XII SEMINÁRIO
DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

10 A 13 DE NOVEMBRO DE 1992

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

FACULDADE DE ENGENHARIA

CÂMPUS DE GUARATINGUETÁ

ANAIS

612571

12571

ORGANIZADO PELA ADUNESP - GUARATINGUETÁ

ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

REGIONAL DE GUARATINGUETÁ

FACULDADE DE ENGENHARIA
DE GUARATINGUETÁ
BIBLIOTECA

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

CORPO DE REVISORES

Ana Maria Martinez Nazar	UNICAMP - CAMPINAS - SP
Antonio Marmo de Oliveira	ITA/CTA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Arlene Fortunato Machado	UNICAMP - CAMPINAS - SP
Cecília Amélia C. Zavaglia	UNICAMP - CAMPINAS - SP
Clovis Perin	UNICAMP - CAMPINAS - SP
Ernesto Marujo	ITA/CTA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Genésio José Menon	EFEI - ITAJUBÁ- MG
Guilherme Bittencourt	INPE - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Itamar Ferreira	UNICAMP - CAMPINAS - SP
João Carlos Menezes	ITA/CTA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Jorge Alberto Soares Tenório	USP - SÃO PAULO - SP
José D'Albuquerque e Castro	UFF - NITERÓI - RJ
José Henrique Albiero	EESC/USP - SÃO CARLOS - SP
José Roberto Cardoso	USP - SÃO PAULO -SP
Leo Batista	USP - SÃO PAULO - SP
Luiz Belvedere	UFF - NITERÓI - RJ
Luiz Carlos Sandoval Goes	ITA/CTA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Márcio Tadeu de Almeida	EFEI - ITAJUBÁ - MG
Maria Cecília Pereira Binder	UNESP - BOTUCATU - SP
Maria Lucia Filgueiras	USP - SÃO PAULO - SP
Massao Yonashiro	UNESP - ARARAQUARA - SP
Moysés Zindeluk	COPPE/UFRJ - RIO DE JANEIRO - RJ

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

CORPO DE REVISORES (Continuação)

Oscar Saul Hernandez Mendoza	UFU - UBERLÂNDIA - MG
Paulo Chaves Rezende Martins	COPPE/UFRJ - RIO DE JANEIRO - RJ
Paulo Renato de Morais	INPE - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Paulo Roberto Gomes	UFF - NITERÓI - RJ
Pedro Luiz Costa Neto	USP - SÃO PAULO - SP
Plinio Castrucci	USP - SÃO PAULO - SP
Sergio Frascino Muller Almeida	ITA/CTA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Sidney José de Lima Ribeiro	UNESP - ARARAQUARA - SP
Tatuó Nakanishi	INPE - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP
Valdir Schalch	EESC/USP - SÃO CARLOS - SP
Vera Lucia Figueiredo	UNICAMP - CAMPINAS - SP

DIRETORIA DA ADUNESP - GUARATINGUETÁ - 1991/1992

PRESIDENTE - TAMOTSU HIRATA

SECRETÁRIO - JOSÉ CARLOS CÉSAR AMORIM

TESOUREIRO - JOSÉ CELSO FREIRE JUNIOR

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

COMISSÃO ORGANIZADORA

AURO TANAKA

EDSON LUIZ FRANÇA SENNE

FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS

JOSÉ CARLOS CESAR AMORIM

JOSÉ LOURENÇO CINDRA

MARCELO DOS SANTOS PEREIRA

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia do Câmpus de Guaratinguetá da Unesp, pela liberação das instalações e apoio na organização do Seminário.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Unesp, à FUNDUNESP - Fundação para o Desenvolvimento da Unesp e à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio logístico e financeiro.

Aos professores convidados que fizeram as revisões dos trabalhos submetidos.

À BASF, pela confecção do material de divulgação.

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

APRESENTAÇÃO

Esta décima-segunda edição do Seminário promovido pela ADUNESP - Regional de Guaratinguetá, ocorre num momento de extremas dificuldades para o País e, particularmente, para as Instituições de Ensino e Pesquisa. Exatamente por isso acreditamos tratar-se de um evento de suma importância, pois identifica-se com os esforços da comunidade científica brasileira em não sucumbir às acões nefastas da política do governo federal, que vem, irresponsavelmente, contribuindo para o esfacelamento da pesquisa nacional através, principalmente, do sucateamento das nossas Universidades Públicas.

Neste ano de 1992, o número de trabalhos submetidos foi de 183, das mais diversas e relevantes instituições do País e mesmo do Exterior, tendo sido selecionados 60 trabalhos para apresentações orais e cerca de 80, para as sessões de painéis. Esta seleção foi efetuada por um corpo de revisores formado por professores das áreas de Produção e Sistemas, Construção Civil, Ciências dos Materiais, Projeto e Dinâmica de Máquinas, Eletrônica e Eletrotécnica, Térmica e Fluidos, Física, Matemática, Química, Engenharia e Segurança do Trabalho, além de Tópicos Relativos à Engenharia e suas Aplicações.

Temos a certeza que este evento contribui para a divulgação da pesquisa básica e aplicada, bem como consolida-se como um importante espaço de discussões acerca de temas de interesse da comunidade científica nacional.

A Comissão Organizadora

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

ÍNDICE DAS COMUNICAÇÕES ORAIS

REPRESENTACAO DE SISTEMAS ESTRUTURAIS COM INTERACOES DINAMICAS ATRAVES DA TECNICA DOS GRAFOS DE LIGACOES 1
Fernando Ribeiro da Silva-IME/Rio de Janeiro

UM PROCEDIMENTO DE OTIMIZACAO SUB-OTIMO PARA A SOLUCAO DE UMA VIGA ENGASTADA 5
Cassia de Assis Fleury-Unesp/Guaratingueta

ANALISE DINAMICA DE UM MANIPULADOR FLEXIVEL EM ROTACAO 9
Osvaldo P. Rezende-EEI/CDT; Tamotsu Hirata-Unesp/Guaratingueta

UM METODO NUMERICO NODAL ANALITICO PARA UM MODELO CINETICO DE DIFUSAO DE NEUTRONS 15
Ricardo C. de Barros-CNEN

UM TRATAMENTO HEURISTICO A METRICA DE KERR 19
Jose Lourenco Cindra-Unesp/Guaratingueta

RADIOMETRO TRIPLO PARA MEDIR RADIACOES SOLARES DE ONDAS CURTAS EM CASAS DE VEGETACAO 23
Joao Francisco Escobedo-Unesp/Botucatu; Joy Ingrid Themen-Unesp/Botucatu; Jose Mario Domingos de Melo-Unesp/Botucatu

ESTRUTURA ELETRONICA DE PAR DE IMPUREZAS ISOVALENTES EM GaP 27
N.M.S.Marins-Unesp/Guaratingueta; T.C.A.Macedo-Unesp/Guaratingueta

CRESCIMENTO DE MONOCRISTAIS DE HgTe ATRAVES DA SOLUCAO DILUIDA DE TELURIO EM MERCURIO 33
Elizabeth G. C. Salgado-CTA; Carlos A. G. Pagnano-CTA; Antonio H. Franzan-INPE; Chen Y.An-INPE

TiAl6V4 E Nb COMO ELETRODOS INDICADORES NA VOLUMETRIA DE OXIDO-REDUCAO 39
Claudete Justina Valduga-UFSM; Nadia Schneider Viaro-UFSM; Martha Adaime-UFSM

PLANEJAMENTO ESTRATEGICO UMA IMPORTANTE MODIFICACAO METODOLOGICA 43
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

ENGENHARIA CONCOMITANTE (CONCURRENT ENGINEERING) 47
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

GRAFICOS DE CONTROLE COM AMOSTRAGEM MULTIPLA 51
Antonio Fernando Branco Costa-Unesp/Guaratingueta

O COMPORTAMENTO DO GRAU DE RECOBRIMENTO DE DRESSAGEM PARA A FABRICACAO DE COMPONENTE DE PRECISAO 55
Eduardo Carlos Bianchi-Unesp/Bauru; Joao Fernando Gomes de Oliveira-USP/S.Carlos

FATORES DE AVALIACAO PARA UMA SUPERFICIE TECNICA 59
Noemia Gomes de Mattos de Mesquita-UFPe

ESTUDO PARA OTIMIZACAO DA TECNICA DE REVESTIMENTO FULGET EM FACHADAS EXTERNAS 63
Helio Adao Grevem-UFRS; Arnaldo Manoel Pereira Carneiro-UFRS

APLICACAO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (EX.: BARRAGENS) 67
Joao Carlos Chaves-Unesp/Presidente Prudente

ESCAVACAO DE UM TUNEL EM SOLO ARENOSO. USO DE UM MODELO NAO LINEAR 71
Mitsuo Tsutsumi-USP/Sao Carlos

PADROES DE PRODUCAO A PARTIR DE APONTAMENTOS DE MAO DE OBRA 77
Jose Luiz Contador-Unesp/Guaratingueta; Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

O METODO DETESC PARA CALCULO E GERENCIAMENTO DA TARIFA DOS ONIBUS NAS CIDADES MEDIAS E PEQUENAS 83
Adriana Guasti Xavier-Unesp/Ilha Solteira;
Antonio Clovis Pinto Ferraz-USP/Sao Carlos; Claudio Zanella

O METODO DE DECOMPOSICAO SIMPLICIAL NO PROBLEMA DE ATUALIZACAO DE MATRIZES 87
Tania Guillen de Torres-UFRJ; Luis Torres Guardia-UFF

A IMPLEMENTACAO DE UMA FERRAMENTA PARA A ANALISE DE SISTEMAS ORIENTADA A OBJETOS 91
Jose Celso Freire Junior-Unesp/Guaratingueta; Maria Alice Grigas Varella Ferreira-USP

ALGUNS ASPECTOS DO MEIO FISICO QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA REGIAO DO VALE DO RIO PARAIBA DO SUL. PORCAO ENTRE AS CIDADES DE JACAREI E LORENA 97
Lazaro Valentim Zuquette-USP/Riberao Preto; Osni Jose Pejon-USP/Riberao Preto;
Heraldo Luiz Giachetti-Unesp/Guaratingueta

MODELAGEM DE TRINCAS PARA ANALISE DE ESTRUTURAS PLANAS CONSIDERANDO NAO LINEARIDADE DO MATERIAL 101
Afonso H.S. de Oliveira-Unesp/Guaratingueta; Luiz A. de Souza-Unesp/Guaratingueta;
Nelson F.F. Ebecken-UFRJ; Marcilio R.S. Freitas-UFOP

A ANALISE EXPERIMENTAL DAS CONSTRUCOES DE CONCRETO ARMADO 107
Antonio Rodrigues Martins-USP/Sao Paulo

ELETROLITO SOLIDO SOL-GEL DE ALUMINO-SILICATO DE LITIO EM BATERIAS DE LITIO: ANALISE TERMODINAMICA 111
Tsuneharu Ogasawara-COPPE/UFRJ

ELETROLITO SOLIDO SOL-GEL DE ALUMINO-SILICATO DE LITIO EM BATERIAS DE LITIO: EXPERIENCIAS INICIAIS 115
Tsuneharu Ogasawara-COPPE/UFRJ

MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DE TRINCAS UTILIZANDO A TECNICA DE QUEDA DE POTENCIAL AC 119
Neide Mariano-USP/Sao Carlos; Luiz Vicente Vareda-USP/Sao Carlos;
Dirceu Spinelli-USP/Sao Carlos

EFEITO DA ADICAO DO TUNGSTENIO NAS SOLUCOES SOLIDAS DE HIDROGENIO EM LIGAS BINARIAS COM NIOBIO 123
Neide Mariano-USP/Sao Carlos; Jose Roberto G. da Silva-UFSCar

CICLAMENTO TERMICO DE REFINAMENTO DE GRAO FERRITICO DE UM ACO C-Mn-Nb 127
Carlos J. Nelson Elias-IME; Jose Carlos Bruno-IME

TIPOS DE CORROSAO OBSERVADOS COM A LIGA TiAl6V4 E ACO INOXIDAVEL 316L EM SOLUCAO DE SORO FISIOLOGICO 131
Ivan Ramires-UFSM; Nadia S.S. Viaro-UFSM; Iduvirges Lourdes Muller-UFRGS

TENDENCIAS DA ANALISE DE FALHA E DA CONFIABILIDADE EM VLSI 135
Mauricio O. Perez Lisboa-USP; Javier Ramirez Fernandez-USP

UM METODO DE PREVISAO DE DISTORCOES HARMONICAS BASEADO NA COMBINACAO DOS ELEMENTOS DAS MATRIZES [Zbus (n)] 139
Clider Adriane de Sousa Silva-UNICAMP; Francisca Aparecida de Camargo Pires-UNICAMP

INTERFEROMETRO MACH-ZEHNDER COM CONTROLE ACUSTICO-ELETRO- OPTICO 143
Jose Edimar Barbosa Oliveira-ITA; Claudio Kitano-Unesp/Ilha Solteira;
Marcelo Scarpel Contini-INATEL

MELHORIAS DE MODELOS DA MAQUINA SINCRONA EMPREGADOS EM ESTUDOS DE ESTABILIDADE DE SISTEMAS DE ENERGIA ELETRICA 149
Laurence Duarte Colvara-Unesp/Ilha Solteira

IDENTIFICACAO DE SISTEMAS DINAMICOS CONTINUOS NO TEMPO 153
Elder M. Hemerly-ITA

INVERSOR MONOFASICO COM LINK-DC RESSONANTE E CONTROLE DA MAXIMA TENSAO NO CAPACITOR RESSONANTE 157
Carlos Alberto Canesin-Unesp/Ilha Solteira; Ivo Barbi-UFSC

PLANEJAMENTO DE CENTRAIS DE CO-GERACAO: CONSTATACAO DO CARATER MULTIOBJETIVO 161
Jose Antonio Perrella Balestieri-Unesp/Guaratingueta; Paulo de Barros Correia-Unicamp

DISTRIBUICAO DE TEMPERATURAS EM ALETAS RADIANTES - SOLUCAO PELO METODO DE GALERKIN 165
Sergio Mourao Saboya-ITA; Nei Goncalves Brazao-ITA

ESTUDO DA CONVECCAO NATURAL NO INTERIOR DE UM CANAL VERTICAL AQUECIDO COM DENSIDADE DE FLUXO CONSTANTE E CUJA ENTRADA E ADIABATICA 171
Jorge Marcos de Moraes-Universidade de Perpignan/Franca;
M. Mammou-Universidade de Perpignan/Franca;
M. Daguenet-Universidade de Perpignan/Franca;
G. Le Palec-Universidade Aix-Marseille II/Franca

MEDICAO DE VELOCIDADE DE FLUXO EM SOLOS SATURADOS UTILIZANDO METODO TERMICO 175
Jair Camacho-Unesp/Ilha Solteira; Milton Dall'Aglio Sobrinho-Unesp/Ilha Solteira;
David de Carvalho - Unicamp

O MOTOR SETORIAL - UMA TECNICA DE ANALISE 179
Gilio Aluisio Simone-Unesp/Bauru; Paulo Jose Amaral Serni-Unesp/Bauru;
Renato Crivellari Creppe-Unesp/Bauru; C.R. de Souza-Unicamp

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DINAMICO DE DISPOSITIVOS ELETROMAGNETICOS, UTILIZANDO O METODO DOS ELEMENTOS FINITOS 183
Naasson Pereira de Alcantara Jr.-Unesp/Bauru; Ernesto Ruppert Filho-Unicamp

COMPORTAMENTO TERMICO DE MOTORES DE INDUCAO DE GAIOLA SOB DIFERENTES REGIMES DE FUNCIONAMENTO 189
Edwin Avolio-Unesp/Bauru; Ernesto Ruppert Filho-Unicamp; Rudolf Ribeiro Richl-Unesp/Bauru

PROJETO DE TRANSDUTOR PIEZOELETRICO COM AUXILIO DE COMPUTADOR 193
Jose Edimar Barbosa de Oliveira-ITA; Dalmo Santos Lima-ITA

MODELAGEM QUASI-TRIDIMENDIONAL DO ESCOAMENTO EM TURBOMAQUINAS 199
Jose Carlos Cesar Amorim-Unesp/Guaratingueta

DETERMINACAO DO PERFIL DE VELOCIDADE E DE TEMPERATURA DO ESCOAMENTO DE UM FLUIDO NA REGIAO POROSA ENTRE DOIS DISCOS ROTATIVOS 203
Luiz Roberto Carrocci-Unesp/Guaratingueta; Felipe Rinaldo Queiroz de Aquino-Unesp/Guaratingueta

TROCADOR DE CALOR COMPACTO COM TUBOS DE CALOR 207
Mauricio Araujo Zanardi-Unesp/Guaratingueta; Nelson Murcia-Unesp/Guaratingueta; Petronio Masanobu Tanisho-Unesp/Guaratingueta

INFLUENCIA DA ALTITUDE DO SATELITE NO TORQUE DE PRESSAO DE RADIACAO SOLAR 213
Maria Cecilia Zanardi-Unesp/Guaratingueta; Rodolpho Vilhena de Moraes-ITA

INSALUBRIDADE POR RUIDO NA OPERACAO DE TRATORES AGRICOLAS 217
Joao Candido Fernandes-Unesp/Bauru

O TRABALHO EM TURNOS SOB RISCOS QUIMICOS 225
Renato Rocha Lieber-Unesp/Guaratingueta

USO DO BAMBU PARA IRRIGACAO - TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS COLMOS 229
Marco Antonio dos Reis Pereira-Unesp/Bauru; Celso Luis da Silva-Unesp/Bauru; Jairo Augusto Campos de Araujo-Unesp/Jaboticabal

TRES METODOS DE PRODUCAO DE CARTAS DE DECLIVIDADE: ANALISE DE RESULTADOS PARA A AREA URBANA DE ILHA SOLTEIRA - SP E ADJASCENCIAS 233
Jose Augusto de Lollo-Unesp/Ilha Solteira

O COMPORTAMENTO DO PH NA DECOMPOSICAO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EM ATERROS SANITARIOS 237
Wellington Cyro de Almeida Leite-Unesp/Guaratingueta; Antonio Fernando Branco Costa-Unesp/Guaratingueta

PECULIARIDADES DO COMPORTAMENTO DINAMICO DE SOLOS TROPICAIS 241
Heraldo Luiz Giacheti-Unesp/Guaratingueta; Lazaro Valentin Zuquette-USP/Riberao Preto

UM SISTEMA DE INFORMACOES GEOTECNICAS PARA APLICACAO EM PLANEJAMENTO URBANO 247
Edson Luiz Franca Senne-Unesp/Guaratingueta; Augusto Massayuki Tsutiya-Unesp/Guaratingueta; Luciano Rodrigues Penido-Unesp/Guaratingueta; Mauricio Duppret-Unesp/Guaratingueta

CONTRIBUICAO AO PLANEJAMENTO URBANO: TIPOLOGIAS DE DEGRADACAO DO SOLO URBANO EM BAURU - SP 253
Nariaqui Cavaguti-Unesp/Bauru; Lucio Grinover-Unesp/Bauru

PARAMETROS CINETICOS DA DECOMPOSICAO CATALITICA
DE HIDRAZINA - TEORIA E EXPERIENCIA 257
Gustavo Paim Valenca-INPE

PROJETO KEPHAS - UM ESTUDO DE CASO 265
Carmen Lucia Langhanz-UFRGS; Iara Petrov Daniel; Jairo Goncalves Peralta

REPRESENTAÇÃO DE SISTEMAS ESTRUTURAIS COM INTERAÇÕES DINÂMICAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DOS GRAFOS DE LIGAÇÃO

FERNANDO RIBEIRO DA SILVA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

SUMÁRIO

A análise estrutural dinâmica tem recebido nas últimas décadas especial atenção de engenheiros e pesquisadores no sentido de representar os problemas de interações entre meios contínuos e discretos. Quando subsistemas de natureza distintas estão presentes torna-se necessário a utilização de técnicas apropriadas na representação do sistema como um todo. Este trabalho mostra algumas facilidades no tratamento de problemas estruturais com interações dinâmicas quando é utilizada a técnica dos Grafos de Ligação.

INTRODUÇÃO

Os sistemas dinâmicos envolvendo componentes de natureza física distintas têm uma aplicação crescente nos atuais projetos de engenharia. Tais sistemas vêm sendo projetados visando sempre a melhoria da qualidade dos produtos.

Uma técnica que vem apresentando resultados satisfatórios quando utilizada na modelagem de sistemas dinâmicos multidisciplinares é a dos Grafos de Ligação ("Bond Graphs") que, nas ultimas duas décadas tem conseguido adeptos de várias áreas do conhecimento. Nos trabalhos publicados no "Journal of the Franklin Institute" em 1979, 1985 e 1991 pode-se observar o crescente número de aplicações e pesquisas que utilizam esta técnica com bons resultados.

Sua utilização na abordagem de sistemas com parâmetros concentrados tem permitido a engenheiros e pesquisadores solucionarem problemas de relativa complexidade em várias áreas do conhecimento. As primeiras idéias de representação de sistemas com interações entre parâmetros distribuídos e concentrados foram apresentadas por Karnopp |1|, que publicou em 1968 um dos primeiros trabalhos que aproveitava os resultados da análise modal de estruturas.

Apresenta-se neste trabalho a metodologia utilizada na modelagem de sistemas dinâmicos contínuos (através da análise modal) interagindo com subsistemas de parâmetros discretos.

GRAFOS DE LIGAÇÃO E ANÁLISE MODAL

A metodologia desenvolvida por Karnopp |1| para modelagem de meios contínuos a partir de uma prévia análise modal, permite que sistemas de parâmetros concentrados sejam considerados como componentes atívos da dinâmica de estruturas.

Assim, o comportamento da viga mostrada na figura 1 pode ser avaliado considerando-se as influências dos subsistemas a ela acoplados, de forma a conhecer-se as reais interações entre esses sistemas.

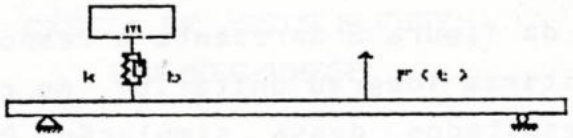


Figura 1. Viga biapoiada interagindo com um sistema de parâmetros concentrados e com forçamento.

A análise modal permite que sejam determinados os deslocamentos da viga, que servirão como fontes de fluxo para os subsistemas acoplados. Os procedimentos da técnica dos grafos de ligação |2|, permitem que os sistemas de parâmetros distribuídos e de parâmetros concentrados sejam analisados independentemente e em seguida justapostos de modo a formar um único grafo, representativo do sistema dinâmico completo.

A figura 2 mostra o grafo de ligação referente ao sistema físico da figura 1, onde foram considerados os quatro primeiros modos de deslocamentos da viga. Esta figura ilustra também a facilidade de acoplamento entre subsistemas devido a modularidade da técnica.

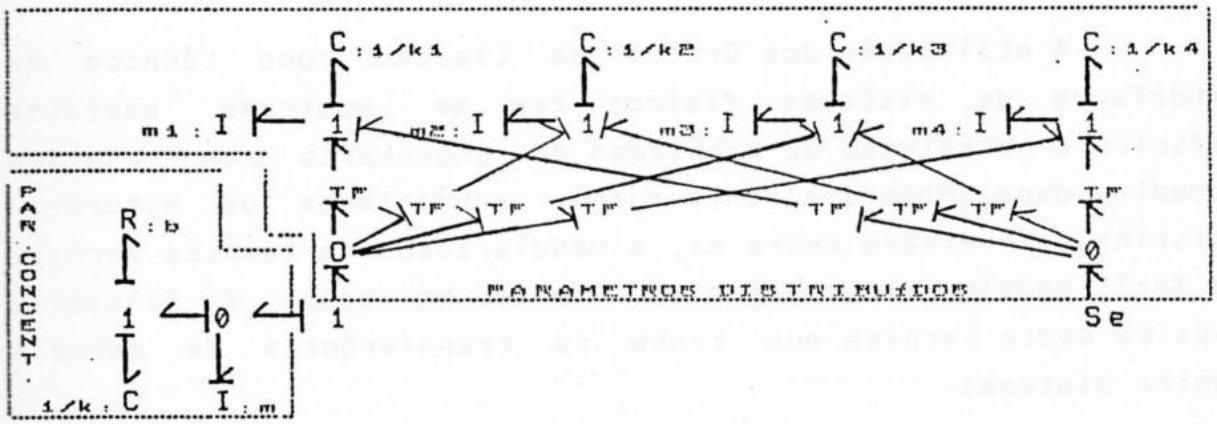


Figura 2. Grafo de Ligação do Modelo Físico da figura 1.

A partir deste grafo, pode-se equacionar o problema utilizando os procedimentos da referência |2|, que conduzem, através de uma metodologia totalmente computacional, às equações de estado do sistema em função de suas variáveis armazenadoras de energia (variáveis de estado). Neste exemplo essas variáveis são as quantidades de movimento referidas às

massas (modais e discreta) e as deformações em elementos flexíveis (modais e discreto).

O gráfico da figura 3 apresenta a resposta do sistema para uma carga unitária (degrau unitário). As curvas 1, 2 e 3 ilustram alguns resultados dessa simulação Pode-se perceber nestas curvas a dinâmica do sistema através dos diferentes tempos de respostas relacionados aos três pontos em questão.

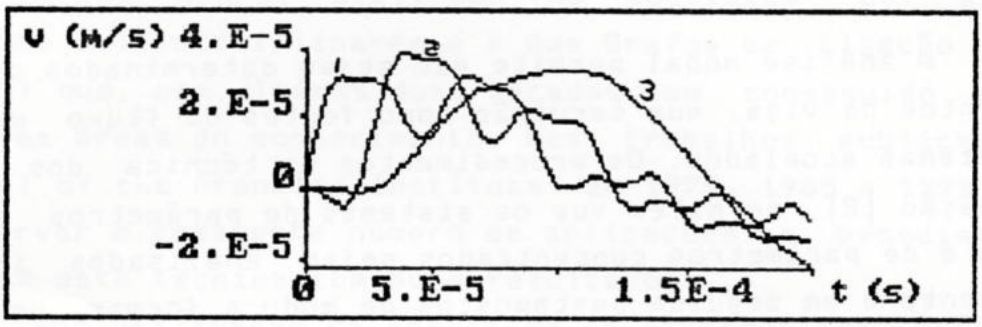


Figura 3. Velocidades: da viga no ponto de aplicação da carga (1), da viga no ponto de acoplamento (2) e da massa oscilante (3)

COMENTARIOS FINAIS

A utilização dos Grafos de Ligação como técnica de modelagem de sistemas físicos tem se mostrado bastante eficiente na solução de problemas de engenharia com relativa complexidade. Principalmente quando subsistemas de naturezas distintas interagem entre si, a modularidade da técnica permite o fácil acoplamento entre eles, tendo em vista a filosofia básica deste técnica que trata da transferência de energia entre sistemas.

REFERÊNCIAS

|1| KARNOPP, D.C., "Computer representation of continuous vibratory systems using normal modes and bond graphs techniques", Simulation, Vol 10(3), 1968.

|2| KARNOPP, D.C., MARGOLIS, D.L. & ROSENBERG, R.R., "System Dynamics: A Unified Approach", John Wiley & Sons, 1990.

UM PROCEDIMENTO DE OTIMIZAÇÃO SUB-ÓTIMO PARA A SOLUÇÃO DE UMA VIGA ENGASTADA

CÁSSIA DE ASSIS FLEURY
DME/FEG/UNESP

SUMÁRIO

O trabalho apresenta um procedimento de Programação não-Linear para otimizar uma viga em balanço descrita pelo Método dos Elementos Finitos. Mantendo-se como vínculo a freqüência de vibração livre do 1o. modo, obteve-se com o procedimento 30% de redução em peso.

INTRODUÇÃO

O problema de otimização estrutural é estudado a partir da caracterização da estrutura como um conjunto de variáveis que a descrevem fisicamente, denominadas variáveis de projeto e um conjunto de restrições que condicionam o comportamento estático e dinâmico da estrutura. O critério de otimização é então definido a partir da função objetivo que depende destas variáveis de projeto escolhidas para serem otimizadas.

O MÉTODO DA PROJEÇÃO DO GRADIENTE

O Método da Projeção do Gradiente é um método de Programação Não-Linear proposto por Rosen (1960-61) (Luenberger, 1984). A idéia desenvolvida neste Método é de que é possível uma melhora na função objetivo seguindo o sentido negativo do gradiente projetado que, mesmo não levando a função a um mínimo absoluto, conduz a um mínimo satisfazendo à função vínculo.

Trata-se de um método iterativo que se inicia partindo de um ponto pertencente, ou não, à superfície de vínculo e efetua a busca seguindo o sentido negativo do gradiente da função objetivo projetado no plano tangente à superfície de vínculo. Se o ponto de partida não pertence ao vínculo, numa primeira etapa o método leva o ponto de partida para o vínculo. A seguir se o novo ponto projetado pertencente ao plano tangente não pertence à superfície de vínculo é necessário fazer uma correção para reiniciar a busca a partir de um novo ponto que pertença ao vínculo.

Alguns cuidados necessários na aplicação do método se referem ao tamanho do passo porque a busca é feita numa direção tangente aos vínculos. Isso exige que o passo seja suficientemente pequeno para que esta linearização seja válida e haja convergência no método. A procura do ponto mínimo termina quando a direção de busca é ortogonal à superfície da interseção dos vínculos ativos.

IMPLEMENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Define-se o ponto inicial de busca x_k, tal que:

$$x = (x_1 \; x_2 \ldots . \; x_{10})^T$$

pertencente ao vínculo ($h(x_k) = 0$) e calcula-se o gradiente da Equação de Vínculo avaliada no ponto x_k.

A matriz de projeção, avaliada no ponto x_k, é definida por:

$$P_k = I - \nabla h_k^T (\nabla h_k \cdot \nabla h_k^T)^{-1} \cdot \nabla h_k$$

A seguir calcula-se o vetor direção de busca $\underline{d}$:

$$\underline{d} = -P_k \cdot \nabla f_k^T$$

∇f_k é o gradiente da função objetivo no ponto de partida x_k.

Desta forma pode-se iniciar a busca dando um passo na direção $\underline{d}$, ou seja

$$\underline{x}_{k+1} = \underline{x}_k + \alpha \, \underline{d}$$

α é um escalar que determina o tamanho do passo na direção da busca.

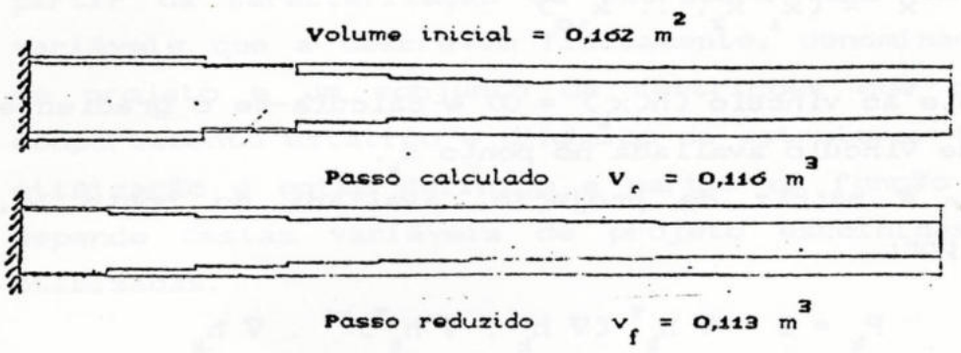
No presente trabalho α foi escolhido como o passo que minimiza a função objetivo.

ANÁLISE E RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

O caso teste representa uma viga engastada discretizada pelo Método dos Elementos Finitos a partir de 10 elementos uniaxiais. O procedimento implementado trabalha de forma simultânea tanto no sentido de redistribuir o volume da viga como no sentido de reduzí-lo. Assim, ao fim da busca, chega-se ao perfil otimizado da viga, uma vez que a largura e o comprimento são constantes.

A Figura mostra a distribuição de volume otimizada

para este caso de teste. Observa-se, além disso, que são apresentados dois perfis otimizados um para o passo de busca calculado e outro denominado "passo reduzido" que é igual a $\alpha * 10^{-1}$.



Lembrando que o volume inicial da viga é de 0,162 m^3 obteve-se uma redução de volume de 28.4% e 30.2% para a simulação com o passo calculado e com o passo reduzido, respectivamente.

CONCLUSÃO

O algorítmo baseado no Método da Projeção do Gradiente, como procedimento de busca direta do mínimo, levou a uma convergência rápida para a região de interesse. Isto ocorre porque a verificação da situação do ponto obtido em relação à equação de vínculo é feita de forma sistemática e não se permite o reinício da busca sem a devida correção.

Por outro lado a redução da massa em aproximadamente 30% do valor inicial sem prejuízo da freqüência fundamental no caso estudado é um bom resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLEURY, C.A. Estudo da otimização de parâmetros referentes ao comportamento dinâmico de painéis solares. INPE, São José dos Campos. Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial, dez. 1988.

LUENBERGER, D. Introduction to linear and non linear programming. Reading, MA, Addison-Wesley Publishing, 1984.

ANÁLISE DINÂMICA DE UM MANIPULADOR FLEXÍVEL

Osvaldo Prado de Rezende
CDT-Centro de Desenvolvimento
de Tecnologia e R.H.
São José dos Campos, SP.

Tamotsu Hirata
UNESP-Universidade Estadual
Paulista
Campus de Guaratinguetá.

SUMARIO

Este trabalho apresenta uma análise dinâmica , teórica e experimental de um manipulador flexível. No modelo teórico, o braço do manipulador foi substituído por uma viga (viga de Bernoulli-Euler) engastada em um cubo com movimento de rotação e uma massa concentrada na extremidade livre. As equações do movimento foram obtidas através do Princípio de Hamilton Extendido e o Método de Galerkin foi aplicado para minimizar os erros decorrentes da solução assumida. Resultados numéricos mostraram a influência do movimento da parte rígida sobre o movimento da parte flexível do manipulador.

No modelo experimental, o braço foi substituído por um disco com movimento oscilatório onde são fixadas lâminas de aço com massas concentradas nas extremidades. O disco foi acionado por um mecanismo de quatro barras ligado a um motor de corrente contínua. Resultados dos testes realizados, mostraram a influência da variação, tanto da rotação do motor como também da massa concentrada, no comportamento dinâmico do manipulador.

INTRODUÇÃO

Atualmente há uma grande necessidade de sistemas robotizados que operem com alta velocidade e tenham características superiores de performance. Repetibilidade, capacidade de carga, tempo de resposta, peso, consumo de potência e precisão, são características que podem ser otimizadas fabricando-se membros estruturais de baixo peso com adequada rigidez estrutural.

Para o projeto de um manipulador flexível é importante conhecer a influência da relação entre as massas, do objeto a ser manipulado e a distribuída ao longo da estrutura do manipulador. Junto com a relação de massa, a influência de uma adequada rigidez deve ser determinada, considerando não somente a resistência dos materiais, mas também, a frequência natural do sistema que poderá afetar a operação correta do manipulador, KRISHINAMURTHY [2].

A formulação do modelo dinâmico é indispensável para solucionar problemas de vibrações residuais. YAMAMURA et al [5] e PUTTER et al [4] analisaram o efeito da não linearidade da velocidade do eixo de rotação do manipulador flexível, concluindo que esta não pode ser desprezada quando a operação do manipulador envolve aceleração repentina. HOA [1] aperfeiçoou o modelo de PUTTER [4], considerando massas, concentrada e distribuída ao longo do braço do manipulador em rotação. KRISHINAMURTHY [2] analisou o efeito da cauda do manipulador e os resultados de simulação indicaram que a vibração induzida pelo movimento, rotação e translação, deve ser considerada.

Na parte teórica deste trabalho, o comportamento dinâmico de um manipulador flexível em rotação é analisado. Para formulação das equações do movimento foi utilizado o Princípio de Hamilton Extendido e o Método de Galerkin foi aplicado para minimizar os erros decorrentes da solução de modos assumidos. Os resultados de exemplo numérico foram comparados com os de KRISHINAMURTHY [2] e LAURA et al [3].

Na parte experimental, foi investigado a influência da razão entre as massas, concentrada na extremidade e a distribuída na viga, para diferentes rotações do motor, nos níveis da aceleração (pico e RMS) da extremidade da viga.

MODELO DINÂMICO

Consideremos o manipulador mostrado na Figura 1, consistindo de uma viga engastada num cubo. As equações do movimento do modelo são obtidas assumindo apenas pequenas deformações elásticas transversais, viga de Bernoulli-Euler, utilizando o Princípio de Hamilton Extendido.

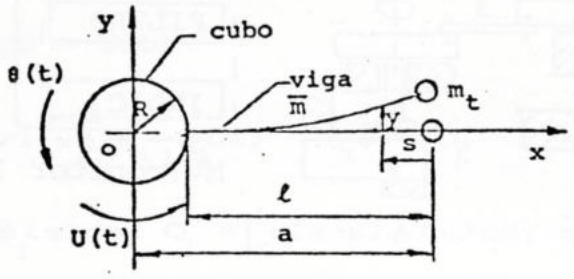


Figura 1. Braço do manipulador simplificado

$$\int_{t0}^{t1}[\delta(T - V) + \delta W]dt = 0 \qquad (1)$$

onde t0 e t1 são dois instantes arbitrários, T e V são as energias cinética e potencial e δW é o trabalho virtual das forças externas. Considerando a deflexão $y(s,t)$, as massas, distribuída da viga $\bar{m}$ e concentrada m_t, a rigidez flexional EI, a inércia do cubo Ic, as velocidades, linear y' e angular $\dot{\theta}$ e o torque $U(t)$, T, V e δW podem ser expressos:

$$T=\frac{1}{2}\int_c^{\ell} m[(a-s)\dot{\theta}+y']^2 ds + \frac{1}{2}Ic\dot{\theta}^2 \ , \quad V=\frac{1}{2}\int_c^{\ell} EI(y^{II})^2 ds \ , \quad \delta W=U(t)\delta\theta \qquad (2)$$

onde, $m=\bar{m}+m_t\delta(s)$, $\delta(s)$ é a função espacial Delta de Dirac, com $\delta(s)=0$ para $s\neq 0$ e $\int_c^{\ell}\delta(s)ds=1$, $y'=\partial y/\partial t$, $\dot{\theta}=d\theta/dt$ e $y^{II}=\partial^2 y/\partial s^2$.

Substituindo as equações (2) em (1) e considerando o Princípio dos Trabalhos Virtuais e o fato das coordenadas $y(s,t)$ e $\theta(t)$ serem independentes, obtem-se:

$$p\ddot{\theta} + \int_c^{\ell} m(a-s)y''ds - U(t)=0 \ , \quad m[(a-s)\ddot{\theta} + y''] + EIy^{IV}=0 \qquad (3\text{-}a)$$

$$y(\ell,t) = y^{I}(\ell,t) = y^{II}(0,t) = y^{III}(0,t) = 0 \qquad (3\text{-}b)$$

onde, $p = (\bar{m}\ell/3)(\ell^2 + 3R^2 + 3R\ell) + m_t a^2 + Ic$, $R = a - \ell$, $y''=\partial^2 y/\partial t^2$ e y^{I}, $y^{III} = \partial y/\partial s$, $\partial^3 y/\partial s^3$.

Assumindo a solução $$y(s,t) = \sum_{j=1}^{n} \phi_j(s)q_j(t) \qquad (4)$$

espessura 0,5mm e comprimento 230mm; rotações: 1,19, 1,95 e 2,83rad/s; razões de massa Rm (mt/m̄t): 0,2, 0,4, 0,6 e 0,8.

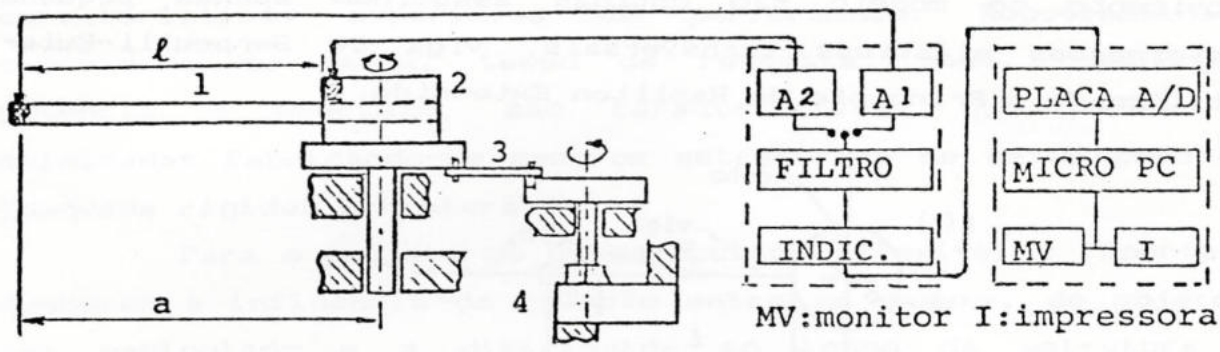


Fig.2. Bancada de teste para manipulador flexível em rotação

RESULTADOS

Na figura 3, observa-se o primeiro modo de vibração natural da lâmina, de frequência aproximadamente 5Hz e os harmônicos do modo forçado decorrente da excitação periódica do mecanismo de quatro barras.

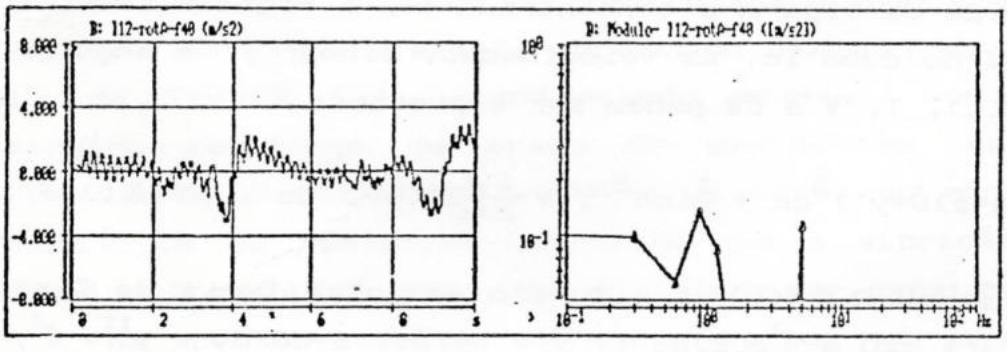


Fig.3. Aceleração da extremidade da lâmina; rot.1,19rad/s; Rm=0,4

A figura 4 apresenta os resultados da avaliação da influência da razão de massa Rm em termos de níveis de aceleração Ra (relação entre as acelerações numa dada rotação e Rm e na menor rotação e Rm), RMS (fig. 4a) e pico (fig. 4b). Observa-se que o aumento da razão de massa Rm ocasiona uma elevação do nível da aceleração. Isto ocorre pelo fato da frequência natural diminuir com o aumento da razão de massa, o que a faz aproximar, gradativamente, das frequências dos harmônicos da excitação periódica.

com j = 1, 2,...n, onde $\phi_j(s)$ é uma função espacial, assumida como o j-ésimo modo natural de vibração da viga cantilever e $q_j(t)$ é a coordenada generalizada dependente do tempo, as equações (3-a) são convertidas nas equações a seguir através do Método de Galerkin, onde a função peso foi assumida como a própria função espacial $\phi_j(s)$.

$$\sum_{j=1}^{n} Q_j \ddot{q}_j(t) + p\ddot{\theta} = U(t) \qquad (5\text{-a})$$

$$\sum_{j=1}^{n} S_{ij} \ddot{q}_j(t) + (EI/l^3) \sum_{j=1}^{n} R_{ij} q_j(t) + Q_i \ddot{\theta} = 0, \quad i = 1, 2,...n \qquad (5\text{-b})$$

onde, $Q_j = \int_c^l m(a-s)\phi_j(s)ds$, $Q_i = \int_c^l m(a-s)\phi_i(s)ds$, $\ddot{q}_j(t) = d^2q_j(t)/dt^2$

$S_{ij} = \int_c^l m\phi_i(s)\phi_j(s)ds$, $R_{ij} = \int_c^l \phi_i(s)\phi_j^{IV}(s)ds$ e $\ddot{\theta} = d^2\theta/dt^2$

As frequências naturais (Tabela 1)são determinadas através das equações (5-a, b) com n=3 considerando os mesmos valores utilizados por KRISHINAMURTHY [2]; a=0,7112m; l=0,6287m; EI=194,64Nm^2; p=0,5017kgm^2; $\bar{m}$=0,3735kg/m; mt=0,68kg.

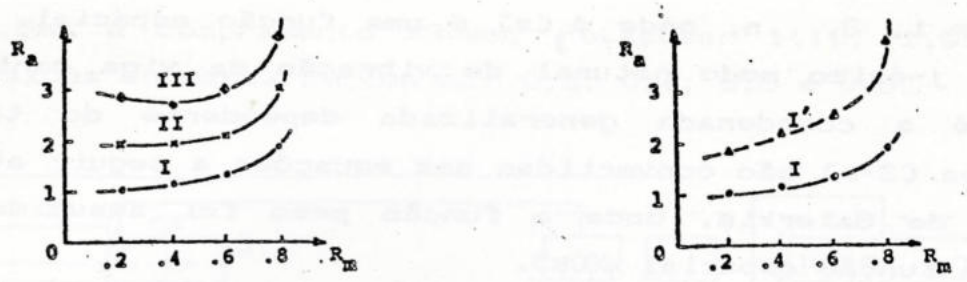
Tabela 1. Frequências naturais do manipulador flexível.

j	FREQUÊNCIA NATURAL (Hz)			
	PROPOSTO 1	KRISHINAMURTHY	PROPOSTO 2	LAURA
1	18,61	18,58	9,00	9,14
2	147,71	146,91	145,54	144,68
3	475,73	465,60	473,90	462,47

proposto 1: cubo livre Proposto 2 cubo fixo

EXPERIMENTOS

O esquema da bancada de teste e do sistema de medição é apresentado na figura 2, onde a lâmina 1 é fixa no cubo 2. O movimento oscilatório do cubo é comandado pelo mecanismo de quatro barras 3 acoplado ao motor elétrico de corrente contínua 4. Dois acelerômetros foram instalados: na extremidade da lâmina e outro no cubo. Os acelerômetros foram conectados ao medidor de vibrações e os sinais coletados foram armazenados através da placa A/D e software de aquisição de dados. Outro software para tratamento de dados foi utilizado para análise nos domínios do tempo e da frequência dos sinais coletados. Para realizar os experimentos foram utilizados: lâmina com largura de 25,4mm,



(a) (b)

Fig. 4. Nível de aceleração RMS com a variação de Rm, para as rotações I, 1,19; II, 1,95 e III, 2.83rad/s; I' pico.

CONCLUSÃO

O movimento do braço do manipulador, conforme sugere as equações (5-a,b), é composto por: deflexão da viga devido ao torque aplicado ao cubo e pela vibração residual que corresponde à superposição dos modos naturais de vibração da viga em movimento de rotação. O modelo utilizado é mais simples que o de KRISHINAMURTHY [2], porém, os resultados numéricos mostram que a precisão obtida pelo modelo proposto é razoável. A influência da razão de massa foi detectada na parte experimental, em termos da variação do nível da aceleração da extremidade da viga, o qual se eleva, à medida que as frequências, natural da lâmina e da excitação, aproximam-se uma da outra.

REFERÊNCIAS

[1] HOA, S. V.; Vibration of a Rotanting Beam With Tip Mass; J.of S.V., 67 (3), 369-381, 1979.

[2] KRISHINAMURTHY, K.; Dynamic Modelling of a Flexible Cylindrical Manipulator; J.of S.V., 132 (1), 143-154, 1989.

[3] LAURA, P. A. A., POMBO, J. L. and SUSEMIHL, E. A.; A Note on the Vibration of a Clamped-Free Beam With a Mass on the Free End; J.of S.V., 37 (2), 161-168, 1974.

[4] PUTTER, S. and MANOR, H.; Natural Frequencies of Radial Rotating Beams; J.of S. V., 56 (2), 175-185, 1978.

[5] YAMAMURA, H. and ONO, K.; Non Linear Bending Vibration of a Rapdly Driven Flexible Arm; JSME, III, 32(3), 394-399, 1989.

Nota: J.of S.V.- Journal of Sound and Vibration

UM MÉTODO NUMÉRICO NODAL ANALÍTICO PARA UM MODELO CINÉTICO DE DIFUSÃO DE NÊUTRONS

Ricardo C. de Barros
Instituto de Engenharia Nuclear
(CNEN - IEN - CDET - SUFIR)
Caixa Postal 68.550 RJ
Rio de Janeiro - 21.945

SUMÁRIO

A descrição rigorosa do comportamento espacial e temporal de nêutrons no núcleo de um reator nuclear é muito complexa. Por isso, usam-se modelos cinéticos simplificados de difusão. Ademais, os nêutrons prontamente emitidos na fissão (nêutrons prontos) reagem a perturbações quase instantaneamente, enquanto que os nêutrons provenientes de emissores retardados (nêutrons retardados) reagem bem mais lentamente a perturbações. Essa diferença nas escalas de tempo é uma das razões para a dificuldade de se desenvolverem métodos numéricos precisos em códigos computacionais eficientes para problemas da cinética espacial, apesar de toda a atenção dada ao assunto pelos pesquisadores da área de computação científica em física de reatores [1]. Modelos cinéticos de difusão de nêutrons são aplicáveis em engenharia nuclear para predizer a estabilidade de reatores nucleares e o seu comportamento durante diferentes tipos de transientes, e.g., variação dos parâmetros materiais com a temperatura ou movimentação de barras de controle, que são elementos mais absorvedores de nêutrons. Apresentamos neste trabalho um novo método numérico de malha grossa para um modelo cinético de difusão de nêutrons. Para estudarmos a precisão do método proposto e a eficiência do código desenvolvido, usamos o simplificado modelo cinético unidimensional de difusão a uma velocidade e com um grupo de precursores de nêutrons retardados. Nosso método está baseado em uma análise espectral das equações nodais da cinética. Estas equações são obtidas seguindo dois passos. No primeiro passo integram-se transversalmente e separadamente as equações diferenciais parciais originais em um incremento de tempo e no interior de um nodo espacial. No segundo passo consideram-se aproximações de ordem zero para os termos de diferença avançada obtidos. Essas aproximações constantes são as *únicas* aproximações que consideramos no método. Como resultado, o método Espectro - Nodal para Cinética (ENCIN) gera soluções numéricas para problemas independentes do espaço, i.e., problemas zero-dimensionais de difusão, ou independentes do tempo, i.e., problemas estacionários de difusão, que são completamente livres de erro de truncamento [2]. Um sumário do conteúdo deste trabalho segue. Na seção 1, descrevemos sucintamente a análise espectral que fazemos nas equações nodais da cinética para determinarmos as soluções gerais das mesmas. Na seção 2, descrevemos o método ENCIN que preserva incondicionalmente essas soluções gerais. Na seção 3, apresentamos os resultados numéricos obtidos para um problema - modelo juntamente a uma breve discussão.

1. ANÁLISE ESPECTRAL DAS EQUAÇÕES NODAIS DA CINÉTICA

Consideremos uma grade espacial $\Omega_{z,t}$, onde cada nodo retangular $\Omega_{i,j}$ possui altura h_i medida em centímetros com i = 1 : I e largura s medida em segundos. Aqui, I é o número de nodos espaciais em que dividimos o nosso domínio unidimensional, que representa a direção axial de um reator nuclear. Ademais, cada incremento ou passo de tempo tem largura uniforme s. Graças às técnicas de homogeneização, podemos assumir que os parâmetros materiais sejam constantes em cada nodo $\Omega_{i,j}$. Portanto, as equações da cinética unidimensional a uma velocidade e com um grupo de precursores de nêutrons retardados são as equações diferenciais parciais

$$\frac{1}{v}\frac{\partial}{\partial t}\phi(z,t) + \frac{\partial}{\partial z}J(z,t) + \left[\sigma_{a_i,j} - \frac{(1-\beta)}{k_{eff}}\upsilon\sigma_{fi,j}\right]\phi(z,t) - \lambda C(z,t) = 0 \qquad (1.a)$$

$$J(z,t) = -D_{i,j}\frac{\partial}{\partial z}\phi(z,t) \qquad (1.b)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}C(z,t) + \lambda C(z,t) - \frac{\beta}{k_{eff}}\upsilon\sigma_{fi,j}\phi(z,t) = 0 \quad , \qquad (1.c)$$

$$z_{i-1/2} \le z \le z_{i+1/2} \quad e \quad t_{j-1/2} \le t \le t_{j+1/2} \ .$$

Aqui a notação é a convencional [3]. A solução de maior interesse prático é o fluxo escalar de nêutrons, $\phi(z,t)$, pois ele representa a distribuição da população de nêutrons no interior do domínio em um dado instante de tempo para o cálculo da distribuição axial de potência. O nosso primeiro passo na dedução das equações nodais da cinética é integrar as equações (1.a-c) transversalmente e separadamente ao longo dos lados espacial e temporal do nodo $\Omega_{i,j}$. Em seguida, consideramos aproximações de ordem zero (constantes) para os termos de diferença avançada. O resultado desse procedimento é o sistema de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO)

$$\frac{1}{v}\frac{d}{dt}\hat{\phi}_i(t) + \left[\sigma_{a_i,j} - \frac{(1-\beta)}{k_{eff}}\upsilon\sigma_{fi,j}\right]\hat{\phi}_i(t) - \lambda\hat{C}_i(t) = -\frac{\left(\tilde{J}_{j,i+1/2} - \tilde{J}_{j,i-1/2}\right)}{h_i} \qquad (2.a)$$

$$\frac{d}{dt}\hat{C}_i(t) + \lambda\hat{C}_i(t) - \frac{\beta}{k_{eff}}\upsilon\sigma_{fi,j}\hat{\phi}_i(t) = 0 \qquad (2.b)$$

$$\frac{d}{dz}\tilde{J}_j(z) + \left(\sigma_{a_i,j} - \frac{1}{k_{eff}}\upsilon\sigma_{fi,j}\right)\tilde{\phi}_j(z) = -\frac{\left(\hat{\phi}_{i,j+1/2} - \hat{\phi}_{i,j-1/2}\right)}{vs} - \frac{\left(\hat{C}_{i,j+1/2} - \hat{C}_{i,j-1/2}\right)}{s} \qquad (2.c)$$

$$\tilde{J}_j(z) = -D_{i,j}\frac{d}{dz}\tilde{\phi}_j(z) \quad , \qquad (2.d)$$

$$z_{i-1/2} \le z \le z_{i+1/2} \quad e \quad t_{j-1/2} \le t \le t_{j+1/2} \ .$$

Nas equações (2.a-d) usamos as seguintes definições para as quantidades médias ao longo dos lados espacial e temporal de $\Omega_{i,j}$ respectivamente

$$\hat{F}_i(t) \equiv \frac{1}{h_i}\int_{z_{i-1/2}}^{z_{i+1/2}} F(z,t)\,dz \quad , \quad F_{i\pm1/2}(t) \equiv F\left(z_{i\pm1/2}, t\right) \quad e \quad \tilde{F}_j(z) \equiv \frac{1}{s}\int_{t_{j-1/2}}^{t_{j+1/2}} F(z,t)\,dt \quad , \quad F_{j\pm1/2}(z) \equiv F\left(z, t_{j\pm1/2}\right)$$

3. RESULTADOS NUMÉRICOS E DISCUSSÃO

O problema - modelo que consideramos consiste de um domínio unidimensional de 240 cm de altura com 8 regiões. Cada uma das duas primeiras e duas últimas regiões tem 20 cm de altura e cada uma das quatro regiões centrais tem 40 cm de altura. Os parâmetros materiais das regiões nº 1 e 8 são D - 1.45 cm, $\sigma_a = 0.2\ cm^{-1}$ e $\upsilon\sigma_f = \sigma_f = 0.22\ cm^{-1}$. Os parâmetros materiais das regiões nº 2 e 7 são D - 1.25, $\sigma_a = 0.25$ e $\upsilon\sigma_f = \sigma_f = 0.2$. Os parâmetros materiais das quatro regiões centrais são D - 2.5, $\sigma_a = 0.13$ e $\upsilon\sigma_f = \sigma_f = 0.15$. Subitamente, uma barra de controle (material mais absorvedor de nêutrons) é inserida 75% neste " slab " fazendo com que as seções de choque de absorção das regiões com barra de controle aumentem de $0.00015\ cm^{-1}$, e que as seções de choque de fissão ($\upsilon\sigma_f$ apenas) diminuam de $10^{-5}\ cm^{-1}$. Os demais parâmetros permanecem inalterados. Usamos a condição tipo fluxo zero nos contornos, e a potência total antes da inserção da barra de contole é P_o - 10 MWatts. O nosso experimento numérico consiste em determinar a potência total gerada pelo domínio nos instantes t - 30 segundos e t - 60 segundos após a inserção da barra de controle. A Tabela 1 mostra os resultados gerados para as potências pelo confiável método absolutamente estável de Crank - Nicolson (CN) numa grade espacial - temporal bastante fina (as condições iniciais foram geradas com o método de diferenças finitas). Para uma grade espacial grossa constituída de 2 nodos por região, vemos que, `a medida que os incrementos de tempo s aumentam, o método ENCIN gera valores numéricos para as potências que se desviam muito menos da solução de malha fina CN, tomada como padrão, que os valores gerados pelo convencional método " Gross Coupling Nodal " [4] com método numérico absolutamente estável de quarta ordem para solução das EDO no tempo (GCN+A4). Usamos o método livre de erro de truncamento espacial descrito na referência [2] para gerar as condições iniciais nos cálculos de malha grossa. Vemos na Tabela 1 que, além de o método ENCIN ter gerado valores aceitáveis do ponto de vista prático para as potências com s - 0.5, 1.0 ou 1.5 segundos, i.e., $\Delta << 10\%$ em relação `a solução de malha fina CN, o código ENCIN se mostrou também mais eficiente que o código GCN+A4, pois gerou soluções precisas usando menos tempo de CPU no mesmo computador. Por outro lado, o método GCN+A4 gera valores absolutamente inaceitáveis para as potências com $s \geq 1$ segundo, i.e., $\Delta >> 10\%$!

Tabela 1 Precisão versus tempo de execução.

Grade espacial	Incremento de tempo (seg.)[a]	Método	Potência total (MWatts) t - 30 seg.	Potência total (MWatts) t - 60 seg.	CPU (seg.)	Δ (%)[b] t - 30 seg.	Δ (%)[b] t - 60 seg.
Largura do nodo espacial 0.625 cm	0.05	CN	5.718	3.863	53	-	-
2 nodos espaciais por região	0.5	GCN + A4	6 113	3.987	7	3.2	6.9
		ENCIN	5.612	3.779	5	-2.2	-1.9
	1.0	GCN + A4	6.814	4.643	4	19.2	20.2
		ENCIN	5.520	3.716	3	-3.5	-3.8
	1.5	GCN + A4	7.048	5.007	4	23.3	29.6
		ENCIN	5.421	3.649	2	-5.2	-5.5

[a] segundo [b] desvio relativo em relação `a solução de malha fina CN.

• • •

AGRADECIMENTOS: O autor agradece `a Comissão Nacional de Energia Nuclear e `a Fundação de Amparo `a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio fornecido para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS:

[1] Finnemann, H. - Lecture Notes on Nodal Space-Time Kinetics Analysis Methods, VIII ENFIR, 09/1991.
[2] Barros, R.C. - Um Método Numérico Analítico Acelerado para Problemas de Autovalor na Teoria da Difusão de Nêutrons, XV CNMAC, Resumo das Comunicações, página 109.
[3] Duderstadt, J.J.; Hamilton, L.J. - Nuclear Reactor Analysis, John Wiley & Sons, 1975.
[4] Naval Reactors Physics Handbook, Vol. 1, Selected Basic Techniques, A. Radkowsky USAEC, 1964.

UM TRATAMENTO HEURÍSTICO À MÉTRICA DE KERR

JOSÉ LOURENÇO CINDRA
Departamento de Física e Química - DFQ
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - FEG
Universidade Estadual Paulista - UNESP

SUMÁRIO

É proposto um tratamento heurístico, baseado na existência de dois vetores de Killing correspondentes à estacionaridade e à simetria axial do espaço-tempo, respectivamente, em concomitância com algumas hipóteses razoáveis quanto à função escalar H presente na métrica escrita preliminarmente sob a forma de Trautman, para a derivação do elemento de linha da métrica de Kerr.

ABSTRACT

An heuristic treatment based on the existence of two Killing vectors corresponding to the stationarity and the axial symmetry of the spacetime, respectively, plus some reasonable conjectures about the function H present in the Trautman's form of the metric are proposed in order to derive the line element for the Kerr metric.

INTRODUÇÃO

A obtenção da solução exata das equações de Einstein, no caso de uma fonte localizada e em rotação, embora em se tratando de uma solução no vácuo, os cálculos, em geral, são longos e trabalhosos. Acrescentamos que Newman e Janis (1965)[1] obtiveram a métrica de Kerr (1963) por meio de uma transformação complexa efetuada na métrica de Schwarzschild. Propomos aqui outra abordagem para este problema, baseando-se em suas simetrias, ou seja, na existência de dois vetores de Killing: um vetor do tipo tempo $\xi = \partial_t$ relacionando com a estacionaridade da métrica e um vetor do gênero espaço $\eta = \partial_\psi$ indicando sua simetria axial. Enfatizamos que a existência desses dois vetores, embora necessária, não é suficiente para determinar a forma explícita e unívoca da métrica. Portanto, no decorrer deste trabalho, algumas hipóteses ad hoc deverão ser introduzidas. É de se esperar que esta abordagem do problema possa ter algum valor, principalmente de caráter didático, tanto mais que um tratamento semelhante, baseado na existência do vetor de Killing do tipo tempo e a invariância da métrica em relação ao grupo de movimento G_3 foi utilizado por Wilkes et al.[2] para a derivação da métrica de Schwarzschild.

DERIVAÇÃO DA MÉTRICA DE KERR

O ponto de partida para a expressão geral da métrica é

$$g_{ij} = \eta_{ij} - 2Hl_i l_j \qquad (1)$$

onde $\eta_{ij} = \text{diag}(1\ -1\ -1\ -1)$ é a métrica de Minkowski, H é, por enquanto, uma função das coordenadas espaciais ainda a ser determinada e l_i é um vetor nulo: $l^i l_i = 0$. Além disso, $l^i = g^{ij} l_j = \eta^{ij} l_j$, de modo que os índices são levantados e baixados através da métrica de Minkowski. Esta expressão para a métrica foi utilizada por Trautman[3].

A exixtência do vetor de Killing $\eta = \partial_\psi$ permite esperarmos que a derivada de Lie de g_{ij} em relação a η seja nula: $L_{\overline{\eta}} g_{ij} = 0$ ou explicitamente

$$\eta^i g_{mn,i} + \eta^i_{,m} g_{in} + \eta^i_{,n} g_{im} = 0 \qquad (2)$$

Em coordenadas cartesianas $\partial_\psi = x\partial_y - y\partial_x$, fazendo com que o sistema (2) represente dez equações diferenciais parciais de 1ª ordem em relação às coordenadas x e y. No entanto, ao substituirmos a métrica (1) nestas

equações, vemos que o sistema se reduz a quatro equações apenas. Por outro lado, sem perda de generalização, podemos fazer $l_o = 1^o = 1$, e as quatro equações restantes são

$$\begin{aligned} m^1{}_{,1} - xl^1{}_{,2} - l_2 &= 0 \\ m^2{}_{,1} - xl^2{}_{,2} + l_1 &= 0 \\ m^3{}_{,1} - xl^3{}_{,2} &= 0 \\ m^4{}_{,1} - xl^4{}_{,2} &= 0 \end{aligned} \qquad (3)$$

As três primeiras equações mostram que uma escolha simples e razoável para l_i (i = 1,2,3) pode ser $l_1 = x$, $l_2 = y$ e $l_3 = z$, de modo que em coordenadas esféricas r, θ, Ψ e $r = l_o$ temos

$$l_1 = \operatorname{sen}\theta\cos\Psi\,,\quad l_2 = \operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\Psi\,,\quad l_3 = \cos\theta \qquad (4)$$

Ora, como mostraram Carter[4] e Mitskiewitch[5], em se tratando de descrever o espaço-tempo na região exterior a uma fonte em rotação, o sistema de coordenadas mais adequado seria

$$x + iy = (r + ia)e^{i\Psi}\operatorname{sen}\theta\,,\quad z = r\cos\theta\,, \qquad (5)$$

onde r é a coordenada radial e a é o parâmetro de Kerr, relacionado com a rotação da fonte, interpretado como o momento angular específico: $a = L\,m$. Quanto à última equação (3), ela simplesmente mostra que H não depende de Ψ, havendo, portanto, uma simetria azimutal. Neste estágio, levando em conta as expressões (4) e (5), encontramos

$$l_i dx^i = dt + dr - a\operatorname{sen}^2\theta\, d\Psi \qquad (i = 0,1,2,3)$$

E a expressão $ds^2 = g_{ij}dx^i dx^i$ toma a forma

$$ds^2 = (1-2H)dt^2 - (1-2H)dr^2 - (r^2 + a^2\cos^2\theta)d\theta^2 - 4Hdtdr - \qquad (6)$$

$$- (r^2 + a^2(1+2H\operatorname{sen}^2\theta))\operatorname{sen}^2\theta d\Psi^2 + 2(1+2H)a\operatorname{sen}^2\theta drd\Psi + 4aH\operatorname{sen}^2\theta dtd\Psi$$

Podemos ainda eliminar os termos não diagonais proporcionais a drd ou dtdt através das transformações de coordenadas

$$dt \to dt + f(r)dr \quad \text{e} \quad d\Psi \to d\Psi + F(r)dr \qquad (7)$$

Substituindo (7) em (6) podemos ver que isso leva a

$$f(r) = \frac{2H(r^2+a^2\cos^2\theta)}{r^2+a^2-2H(r^2+a^2\cos^2\theta)} \quad , \quad F(r) = \frac{a}{r^2+a^2-2H(r^2+a^2\cos^2\theta)}$$

Portanto, $H = h(r)/(r^2+a^2\cos^2\theta)$, o que permite tomarmos a função $h(r) = mr$, sendo m a massa da fonte central, pois temos a métrica de Schwarzschild como referência e o mesmo é válido para o petencial newtoniano. Logo, finalmente obtemos a métrica de Kerr nas coordenadas de Boyer e Lindquist

$$ds^2 = (1-\frac{2mr}{\Sigma})dt^2 - \frac{\Sigma}{\Delta}dr^2 - \Sigma d\theta^2 - (r^2+a^2\frac{2mr}{\Sigma}\sin^2\theta)\sin^2\theta d\Psi^2 + 2a\frac{2mr}{\Sigma}\sin^2\theta dt\, d\Psi,$$

onde $\Sigma = r^2 + a^2\cos^2\theta$, $\Delta = r^2 - 2mr + a^2$.

CONCLUSÃO

Embora esta solução já seja bem conhecida dos especialistas em relatividade geral, o método aqui proposto conduz ao resultado com relativa facilidade. Ele parece oferecer algum interesse didático, ainda mais porque o mesmo tratamento, adicionado a algumas hipóteses suplementares, permite a obtenção da métrica de Kerr-Newman, que é a métrica de Kerr em presença de cargas.

REFERÊNCIAS

1. Newman, E.T. e Janis, A.I.J. Math. Phys. 6, 915, (1965)
2. Wilkes, J.M., Zund, J.D., Am. Jour of Phys.50, Nº 1, 25,(1982)
3. Trautman, A. (Ver Exact Solutions of the Einsteins Field Equations by Kramer D. et al., VEB Verlag der Wissenschaften, Berlin, Chap. 28, (1982))
4. Carter, B., Phys. Rev. 174, 1559, (1968)
5. Mitskiewitch, N.V., Rotation in General Relativiy. In Problems of the theory of gravitation and elementary particles, Atomizdat, Moscow, p. 15, 1976 (in Russian).

RADIÔMETRO TRIPLO PARA MEDIR RADIAÇÕES SOLARES DE ONDAS CURTAS EM CASAS DE VEGETAÇÃO.

João Francisco Escobedo
Joy Ingrid Themen
José Mário Domingos de Melo

*Depto. de Física e Biofísica/UNESP/Botucatu/18610/SP
**Pós-Graduação em Energia na Agricultura/UNESP/Botucatu/SP

RESUMO

Descreve-se no presente trabalho a construção de um radiômetro solar de três canais para medição simultânea das radiações global (I_G), fração da radiação diferencial global refletida (I_r) e a radiação diferencial ($I_D = I_G - I_r$) numa casa de vegetação com pesquisas horticulturais. O detector possui como elemento sensível uma associação de duas termopilhas de filmes finos protegidas por cúpulas de vidro, posicionadas adjacentemente (180°) no instrumento. Após testes de calibração com luz natural determinou-se as sensibilidades de respostas de cada canal e através de análises estatísticas de regressão linear obteve-se: $K_G = 36,29 \times 10^{-6}$ Vm^2/W; $K_r = 36,44 \times 10^{-6}$ Vm^2/W e $K_D = 37,44 \times 10^{-6}$ Vm^2/W. Para os testes de funcionalidade, instalou-se o detector numa casa de vegetação do tipo fixo e de superfície totalmente envidraçada inclusive a cobertura protegida por telas de sombreamento, onde monitorou-se a radiações I_g, I_r e I_D. A radiação global externa foi monitorada por um piranômetro estrela com sensibilidade $K_p = 12,46 \times 10^{-6}$ Vm^2/W. Os resultados obtidos a partir das integrações da curvas de cada componente permitiram obter o percentual entre as radiações global externa e interna na estufa, bem como o balanço de energia entre as radiações global, refletida de ondas curtas.

INTRODUÇÃO

Casas de vegetação ou estufas são utilizadas na áreas agrárias para cultivos de plantas em condições controladas de radiação solar, umidade, temperatura, etc. As componentes da radiação solar são tão importantes nos processos físicos e biológicos - fotossíntese e evapotranspiração, entre outros, que recentemente a interação radiação/estufas tem merecido uma atenção muito especial de vários pesquisadores /1,2,3,4,5/. No Brasil, a ausência de radiômetros solares tem sido o motivo principal pelo monitoramento sistemático destas radiações.

Considerando que estamos à alguns anos trabalhando no desenvolvimento tecnolológico da termopilha e de radiômetros solares, objetivou-se no presente projeto, a elaboração de um detector com capacidade de medir simultaneamente as componentes da radiação solar de ondas curtas com redução de custos e minimização de instrumentos.

RADIÔMETRO

A figura (1a) mostra o esquema do radiômetro construido. é composto basicamente, por duas cúpulas de vidro, um sensor de radiação, um corpo central, conector elétrico, nível de canto e reservatório de sílica-gel. O equipamento foi usinado integralmente em alumínio para minimizar seu peso, uma vez que sua utilização operacional é de forma suspensa.

O sensor é constituído por duas termopilhas disco-concêntrico posicionadas nas faces superior e inferior do aparelho, estando associado conforme o esquema elétrico da figura (1b). No circuito elétrico, a parte 1 corresponde a termopilha superior que mede a radiação global, sendo E_1 a força eletromotriz de Seebeck, r_1 a resistência elétrica e V_1 o sinal elétrico gerado nos terminais A e C. A parte dois corresponde a termopilha inferior que mede a fração da radiação global, sendo E_2 a força eletromotriz resultante de Seebeck, r_2 a resistência elétrica e V_2 o sinal elétrico através dos terminais B e C. As duas partes estão associadas de forma que o sinal elétrico resultante V_3 é a diferença entre os sinais gerados pelas termopilhas superior e exterior, correspondendo à radiação diferencial de ondas curtas.

As termopilhas disco-concêntrico de filmes finos foram elaboradas com as seguintes especificações: diâmetro: 25 nm; número de termopares: 36; metais: bismuto/antimônio; substrato: kapton 100HN (e = 25um); absorvedor térmico: preto (tinta preta fosca) e branca (esmalte branco refletor); resistência elétrica da associação: 6,5 KΩ . Obteve-se as cúpulas à partir de lâmpadas comerciais e os critérios adotados para a seleção foram: esferocidade, tensões, homogeneidade e transparências, tendo as seguintes especificações: diâmetro: 60 mm, espessura da parede: 0,6 mm, transmitância: 85 à 95% no intervalo de 0,3 m à 2,5 um.

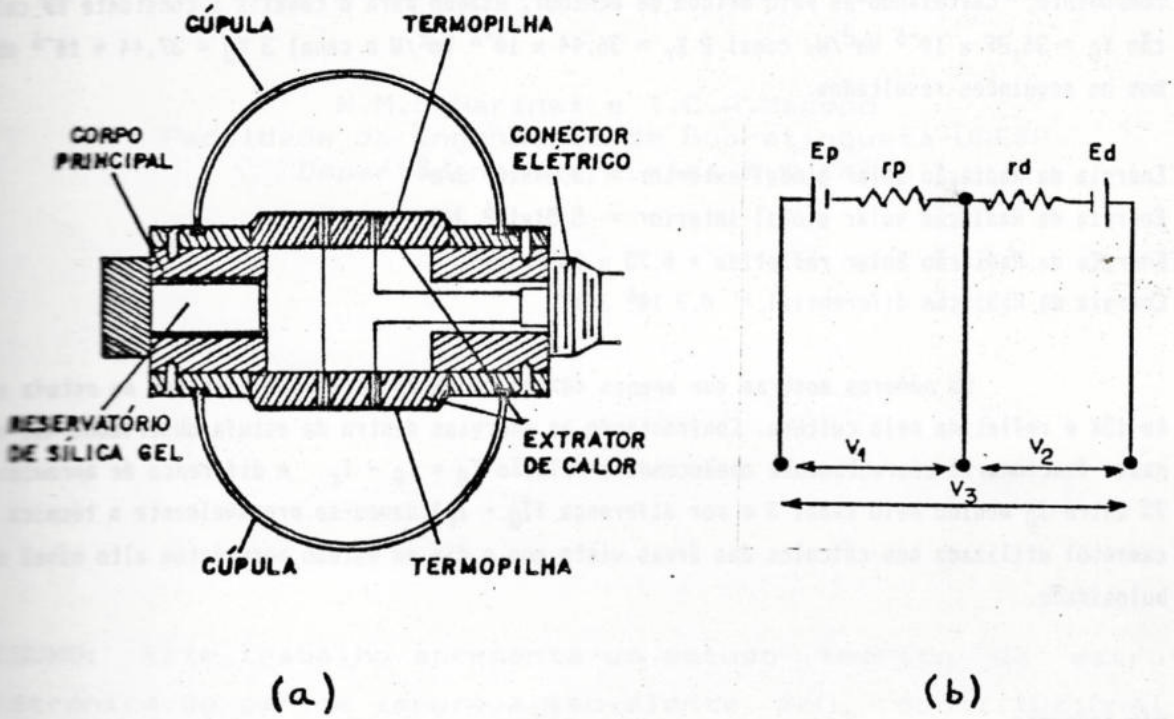


Figura (1). a) Esquema do Radiômetro Solar; b) Circuito Básico do Radiômetro.

TESTE EXPERIMENTAL NA ESTUFA

O teste experimental foi realizado em uma estufa localizada na área experimental do Departamento de horticultura da UNESP/Botucatu/SP. A orientação é Norte/Sul sendo do tipo ... e totalmente envidraçada. A cobertura também é de vidro de duas águas com inclinação de ... com a horizontal. Acima da cobertura está fixada uma outra cobertura à base de tela. A estufa é equipada com termostato, sistema de aquecimento e refrigeração, para manter condições de temperatura e umidade sob controle.

O radiômetro foi instalado na parte central da estufa à aproximadamente 1 m de altura, tendo ao redor vários tipos de vegetação em alturas variadas. Para aquisição dos dados usamos dois registradores potenciômetricos de dois canais. Externamente, um piranômetro posicionado num plano horizontal monitorou a insolação da radiação solar global.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área sob as curvas de insolação corresponde a energia diária de cada tipo de componente. Calculando-as pelo método de BEAZOUT, usando para o canal 1 à constante de calibração $K_G = 36,29 \times 10^{-6}$ Vm^2/W; canal 2 $K_r = 36,44 \times 10^{-6}$ Vm^2/W e canal 3 $K_D = 37,44 \times 10^{-6}$ obtivemos os seguintes resultados.

Energia da Radiação solar global exterior = $13,84 \times 10^6$ J/m^2
Energia da Radiação solar global interior = $5,51 \times 10^6$ J/m
Energia da Radiação Solar refletida = 0.75×10^{-6} J/m^2
Energia da Radiação diferencial = $4,3\ 10^6$ J/m^2

Os números mostram que apenas 40% da radiação incidente penetrou na estufa e desta 15% é refletida pela cultura. Confrontando as energias dentro da estufa observamos que os canais funcionaram coerentemente obedecendo a relação $I_D = I_G - I_r$. A diferença de aproximida de 7% entre I_D medido pelo canal 3 e por diferença ($I_G - I_r$) deveu-se provavelmente a técnica (adoçamento) utilizada nos cálculos das áreas visto que o dia em estudo apresentou alto nível de nebulosidade.

BIBLIOGRAFIA

1. ALPI, A. & TOGNONI, F. Cultura em Estufas. Lisboa, 1988.
2. HASSON, A.M. Radiation Components Over Bare and Planted Soils in a Greenhouse. Solar Energy 44, 1-6 (1990).
3. KURATA, K. Role of Refletcion in Light Transmissivity of Greenhouses. Agricultural and Forest Meteorology 52, 319-331 (1990)-
4. NIJSKENS, J., DELTOUR, J., COUTISSE, S., NISEN, A. Radiation Transfer Through Covering Materials Solar and Thermal Screens of Greenhouses. Agricultural and forest Meteorology 35, 229-242 (1985.
5. ROBBINS, F.V. & SPILIMAN, C.K. Solar Energy Transmission Throug Two Transparente Covers. Transactions of the ASAE 1980.

AGRADECIMENTOS: à FAPESP (91/3883-0); FUNDUNESP (388/91) e CNPq (302624/88-0) pelo apoio financeiro ao Senhor A.A. Martins e J.C. Omodei pelas colaborações gráficas e datilográficas do trabalho.

ESTRUTURA ELETRÔNICA DE PAR DE IMPUREZAS ISOVALENTES EM GaP

N.M.S.Narins* e T.C.A.Macedo
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-UNESP
Departamento de Física e Química

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo teórico da estrutura eletrônica do par de impureza isovalente ZnO, substitucional no semicondutor III-V. O método empregado é de primeiros princípios, baseado no modelo de aglomerado molecular,com 20 átomos em simetria C_{3v} e saturado por átomos de hidrogênio, associado ao método de Espalhamento Múltiplo na aproximação $X\alpha$ para o potencial de troca. Os resultados indicam a formação de centro profundo atuando como uma armadilha para elétrons,com um nível de energia bem localizado na faixa proibida do cristal hospedeiro.Um modelo estrutural é verificado para explicar as transições óticas observadas experimentalmente.

* Bolsista Pós-Graduação Eng.Mecânica - CNPq

INTRODUÇÃO

Quase todas as aplicações dos semicondutores são baseados em efeitos provocados pela presença de defeitos,ou impurezas na rede cristalina. É na presença dessas imperfeições e na importância de suas propriedades que reside o interesse despertado por esses materiais.

A presença de defeitos ou impurezas em semicondutores pode produzir dois tipos de níveis de energia na faixa proibida do cristal hospedeiro: níveis rasos e profundos; este último caracteriza-se por terem funções de onda associada ao defeito bastante localizada, e influem diretamente sobre a vida média de portadores de corrente no semicondutor.

Este trabalho consta de um estudo teórico sistemático da estrutura eletrônica de um par de impureza isovalente, Zn-O,através do modelo do aglomerado molecular de átomos na simetria C_{3v}, utilizando o método do Espalhamento Múltiplo (MS-Xα).

Para melhor reproduzir as propriedades de corpo (bulk) do cristal semicondutor GaP, faz-se necessário um estudo inicial quanto ao tratamento dos "dangling bonds", concluindo-se pela saturação via átomos de hidrogênio.

O par Zn-O tem interesse tecnológico muito grande e os resultados preliminares têm demonstrado grande concordância com os dados experimentais.

MODELO DE AGLOMERADOS MOLECULARES VIA EM-Xα

O espalhamento múltiplo Xα é um método auto-consistente, de primeiros princípios, e com aproximação local Xα para o termo de troca ou "EXCHANGE" o qual advém da anti-simetria requerida para o estado total de spin do sistema.

Este método vem sendo aplicado com sucesso na descrição de defeitos profundos em semicondutores,entretanto merece atenção especial o problema referente ao tratamento dos orbitais situados na superfície do aglomerado. Neste caso, condições apropriadas de contorno são impostas com a finalidade de simular o restante do cristal. O EM-Xα pressupõe que o espaço que forma a molécula ou aglomerado molecular seja dividido em 3 (três) regiões distintas, como mostra a figura 1:

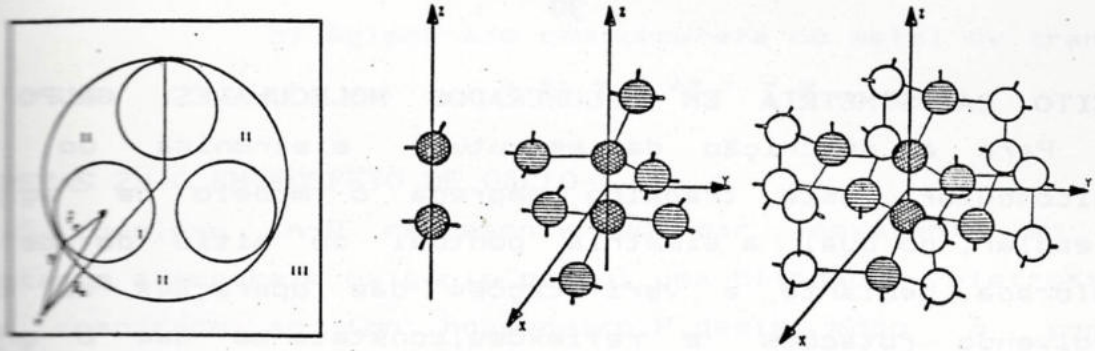


FIG.1-Divisão do espaço molecular no EM-Xα e cluster com 20 átomos

REGIAO I OU REGIAO ATÔMICA - corresponde ao interior das esferas que não se superpõe centradas em cada átomo.

REGIAO II OU INTERATÔMICA - corresponde aos espaços compreendido entre as esferas atômicas e uma esfera maior que envolve todo o aglomerado molecular.

REGIAO III OU EXTERNA - corresponde a todo o espaço externo à esfera que envolve o aglomerado.

O potencial nas regiões I e III é a média esférica em torno de cada um dos centros dessas regiões. Na região II o potencial é considerado constante e igual a média volumétrica do potencial V(r) nesta região.

As funções de onda e sua primeira derivada normal devem satisfazer a condição de continuidade nas superficies das esferas, a fim de obtermos soluções fisicamente aceitáveis. Para tanto, devemos expressar a função da região II em termos de cada um dos centros : p = 0, 1, 2,..., N.

A representação em ondas parciais, utilizada na região II, permite esse tipo de expansão e possibilitao cálculo de integrais de sobreposição.

O método do EM-Xα é autoconsistente. O potencial molecular de partida é gerado por um programa computacional chamado MOLEPOT. Este programa, uma vez fornecidas as posições dos diversos centros do sistema, constrói o potencial molecular de simetria esférica em torno de cada centro, como superposição de potenciais atômicos obtidos autoconsistentes através do programa escrito por Herman e Skillman. Com esse potencial obtém-se um novo potencial eletrostático através da resolução da equação de Poisson e a ele acrescenta-se o potencial de troca calculado através da aproximação local Xα. Com isso é construído o novo potencial "muffin-tin".

EFEITO DA SIMETRIA EM AGLOMERADOS MOLECULARES: GRUPO C_{3v}

Para a descrição da estrutura eletrônica do cristal semicondutor, este trabalho emprega o modelo de aglomerado molecular, no qual a simetria pontual do sítio do defeito é explorada. Mediante a verificações das operações de simetria envolvendo rotações e reflexões, constata-se que o grupo de simetria é o C_{3v}.

A composição da faixa de valência é determinada com o auxílio de Teoria de Grupo, considerando que se tratam de ligações covalentes com orbitais hibridizados sp^3 completamente saturados.

O grupo C_{3v} é constituido por 6(seis) operações de simetria: Identidade, E; 2(duas) rotações C_3 e C_3^2, e 3(três) planos verticais contendo os eixos de rotação σ_1, σ_2 e σ_3.

Através dos projetores de classes, obtem-se a tabela de caracteres do grupo, com a qual identifica-se os níveis de energia degenerados segundo as transformações irredutíveis associados aos respectivos orbitais.

Reduzindo em termos das representações irredutíveis do grupo, temos que a configuração eletrônica dos orbitais de valência da 1^acamada de vizinhos, composta por 6 átomos com 12 elétrons de valência, é descrita por: $\Gamma_1 = 2\ a_1 + 2\ e$

Para a 2^a camadade vizinhos, composta por 12 átomos com 24 elétrons de valência, tem-se: $\Gamma_2 = 2\ a_1 + 2\ a_2 + 4\ e$

Com a presença de impureza no cristal novos níveis são introduzidos. Para o par de vacâncias, acamada eletrônica aberta terá $l = 0$ (s), $l = 1$ (p) para impurezas tipo p e $l = 2$ (d) para os metais de transição. Deste modo, estes elétrons introduzirão na faixa de valência os orbitais:

	C_1	C_2	C_3
$l = 0$ (vacância)	1	1	1
$l = 1$ (oxigênio)	3	0	1
$l = 2$ (zinco)	5	1	1

de simetria:

$$\Gamma_{l=0} = a_1$$
$$\Gamma_{l=1} = e + a_1$$
$$\Gamma_{l=2} = 2\ e + a_1$$

Assim, para estrutura eletrônica do aglomerado com impureza substitucional, devemos esperar que a faixa de valência deve ser formada pelos seguintes orbitais de simetria:

a) Aglomerado com par de vacância

$$5\ a_1 + 2\ a_2 + 6\ e$$

b) Aglomerado com impureza de metal de transição

6 a_1 + 2 a_2 + 9 e

IMPUREZAS ZN-O EM FOSFETO DE GÁLIO

O complexo Zn-O representa um par isovalente ao GaP, entretanto a impureza oxigênio possui uma blindagem eletrostática maior comparado ao íon hospedeiro,P,deste modo o complexo Zn-O,como impureza substitucional,apresenta características de defeito profundo,introduzindo um nível de 0,4 eV abaixo do fundo da FC, atuando como uma armadilha de elétrons.

O elétron aprisionado pode combinar com um buraco ligado a impureza vizinha Zn emitindo radiação na região "vermelho" do espectro eletromagnético.A figura 2 apresenta esquematicamente o processo de recombinaçao no complexo Zn-O em GaP.

Resultados preliminares indicam tal comportamento ,no entanto discussões a cerca de distorções de simetria e correções devido ao comportamento parcialmente iônico do semicondutor hospedeiro deverão ser introduzidos no processo autoconsistente.

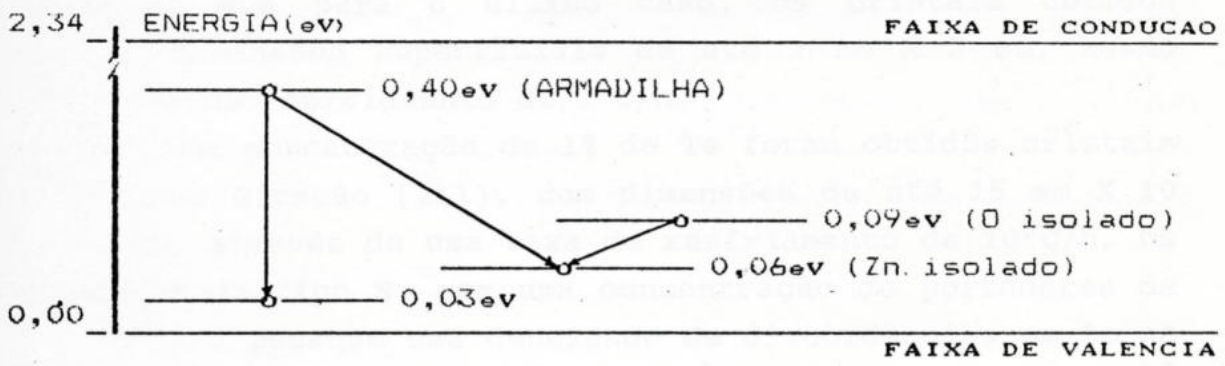


FIG 2. Recombinação elétron-buraco devido ao oxigênio e zinco no Fosfeto de Gálio.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA:

1. S. Sugano, Y.Tanabe e H.Kaminura."Multiplets of Transition Metal Ions in Crystals";Academic, N Y (1970)
2. S.H.Wei e A. Zunger; Phy.Rev.B 37(15) 1988
3. F.Herman e S. Skillmann;Atomic Structure Calculations". Prentice Hall Inc .N. Jersey (1963)
4.F.Bassane e G.P.Panavicini. "Electronic States and Optical Transition in Solids";Pergamon Press Ltda(1975).
5. T.C.A. Macedo de Azevedo;Tese de Doutorado IFUSP (1989)
6. L.M.Scolfaro:Tese de doutorado-IFUSP (1989)
7.J.Griffith."The Theory of Transition Metal Ions".Cambridge(1971)

CRESCIMENTO DE MONOCRISTAIS DE HgTe ATRAVÉS DA SOLUÇÃO DILUÍDA DE TELÚRIO EM MERCÚRIO

Elizabeth G. C. Salgado, Carlos A. G. Pagnano
Centro Técnico Aeroespacial - CTA/IAE/AMR
São José dos Campos, SP, Brasil

Antonio H. Franzan, Chen Y. An
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE/LAS
São José dos Campos, SP, Brasil

Neste trabalho são apresentados estudos experimentais a respeito do crescimento de monocristais de HgTe através da solução diluída de telúrio em mercúrio. Foram investigados crescimentos com concentrações de 1% e 5% de telúrio, e verificou-se que para o último caso, os cristais obtidos apresentam dimensões superficiais de até 2 mm X 2 mm, mesmo com uma taxa de resfriamento de $1^{o}C/h$.

Para uma concentração de 1% de Te foram obtidos cristais orientados na direção [111], com dimensões de até 15 mm X 10 mm X 0,1 mm, através de uma taxa de resfriamento de $10^{o}C/h$. Os cristais são do tipo N, com uma concentração de portadores de 1.10^{15} cm^{-3}, e possuem uma densidade de discordâncias em torno de 5.10^{3} cm^{-2}.

1. INTRODUÇÃO

A liga pseudo-binária $Hg_{1-x}Cd_xTe$ é um semicondutor de banda de energia proibida estreita ($0 < E_{Gap} < 1.5$ eV) do grupo II-VI que tem sido alvo de intensos estudos, devido ao seu potencial para as aplicações no campo da eletro-óptica, especialmente na faixa espectral do infravermelho termal [1,2,3]. As técnicas mais usadas para a fabricação de dispositivos semicondutores envolvem mecanismos de crescimento epitaxial tais como LPE (Liquid Phase Epitaxy), VPE (Vapor Phase Epitaxy) e MBE (Molecular Beam Epitaxy) [4,5], onde são basicamente utilizados substratos monocristalinos de $Hg_{1-x}Cd_xTe$ e CdTe.

Devido às conseqüências de segregação e convecção, é difícil a obtenção de monocristais de $Hg_{1-x}Cd_xTe$ com alto grau de homogeneidade na composição através da técnica de Bridgman [6]. Cristais crescidos através do transporte de fase vapor [7], apesar de possuirem menor grau de defeitos cristalinos, também não apresentam a uniformidade de composição satisfatória. A utilização de substratos de CdTe é limitada, devido a uma forte tendência à maclação deste composto [8,9], sendo necessário o crescimento de grandes lingotes policristalinos para a obtenção de regiões monocristalinas aproveitáveis.

Uma alternativa ainda pouco explorada é a utilização de HgTe como substrato, sendo que neste trabalho são apresentados alguns resultados sobre a técnica de crescimento de monocristais de HgTe através da solução diluída de telúrio em mercúrio.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os cristais de HgTe são crescidos em uma ampola de quartzo (diâmetro interno de 12 mm, parede com 2 mm de espessura, comprimento de 15 cm) selada à vácuo em torno de 5.10^{-3} Torr, com uma carga de Hg e Te previamente pesada de

acordo com a composição desejada. Foram usadas soluções diluídas de Te (com pureza nominal de 99.9999 %) de 1 e 5 % atômica em mercúrio (com grau P.A., destilada), onde, após um aquecimento gradual da ampola no forno de crescimento até 450°C, este é resfriado com uma taxa constante de 10°C/h, até atingir a temperatura ambiente. Durante o resfriamento ocorrem as precipitações e o crescimento dos cristais de acordo com a solubilidade líquida de Te em Hg (Fig.1) [10]. A pressão de mercúrio no interior da ampola neste processo é da ordem de 1 atm, enquanto que nos métodos que envolvem a fusão completa dos componentes na proporção estequiométrica (método Bridgman), a pressão pode chegar em torno de 50 atm, sendo necessário medidas de segurança contra o perigo de explosão e contaminação por mercúrio.

Após o resfriamento do forno até à temperatura ambiente, os cristais são retirados da ampola para serem caracterizados através das microscopias óptica e eletrônica, raio-X e efeito Hall. A figura 2 mostra a ampola de quartzo com Hg e Te, e alguns cristais crescidos através da solução diluída.

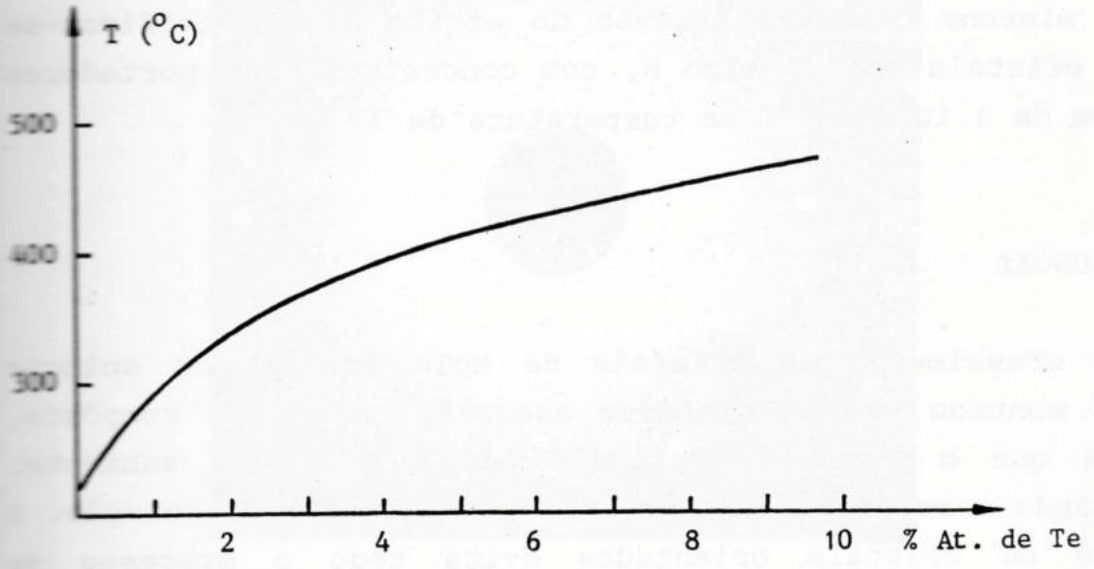


Figura 1. Curva de solubilidade de Te em Hg na fase líquida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cristais obtidos apresentam dimensões variáveis de até aproximadamente 10 mm x 15 mm, com espessura em torno de 100 mícrons. Foi verificado que, para a concentração de 5% at. de Te, mesmo resfriando a uma taxa de $1^{o}C/h$, ocorre somente a formação de pequenos cristais com dimensões da ordem de 2 mm x 2 mm. De acordo com a figura 1, a mudança da inclinação da curva de solubilidade ocorre a 3% at. de Te, onde a solução passa a apresentar maior grau de concentração de Te, aumentando deste modo a probabilidade de nuclear maior número de cristais [10]. Através de difratometria de raio-X confirmou-se a formação do composto HgTe, e a análise por energia dispersiva de raio-X (EDX) mostrou que os cristais apresentam homogeneidade na composição ao longo da superfície.

A difração de raio-X retro-espalhado (Laue), (fig. 3), mostra que os cristais cresceram com a superfície orientada na direção [111], confirmada também pelas figuras de corrosão (etch pits) triangulares mostradas pela figura 4. A densidade de discordâncias é de aproxiamdamente 5.10^{3} cm^{-2}, menor que os valores normalmente encontrados no crescimento Bridgman (10^{4} a 10^{6} cm^{-2}), mas que pode ser aumentada através de incorreto manuseio do cristal, uma vez que este apresenta uma espessura de 100 mícrons somente. Através do efeito Hall, verificou-se que os cristais são do tipo N, com concentração de portadores na ordem de 3.10^{15} cm^{-3}, na temperatura de 77 K.

4. CONCLUSÕES

O crescimento de cristais de HgTe através da solução diluída mostrou ser um processo adequado para este composto, uma vez que o mercúrio é líquido na temperatura ambiente, facilitando a separação dos cristais do restante da solução. A obtenção de cristais orientados evita todo o processo de orientação cristalográfica por RX, corte e polimentos, impedindo o aumento das discordâncias induzidas por processos

mecânicos.

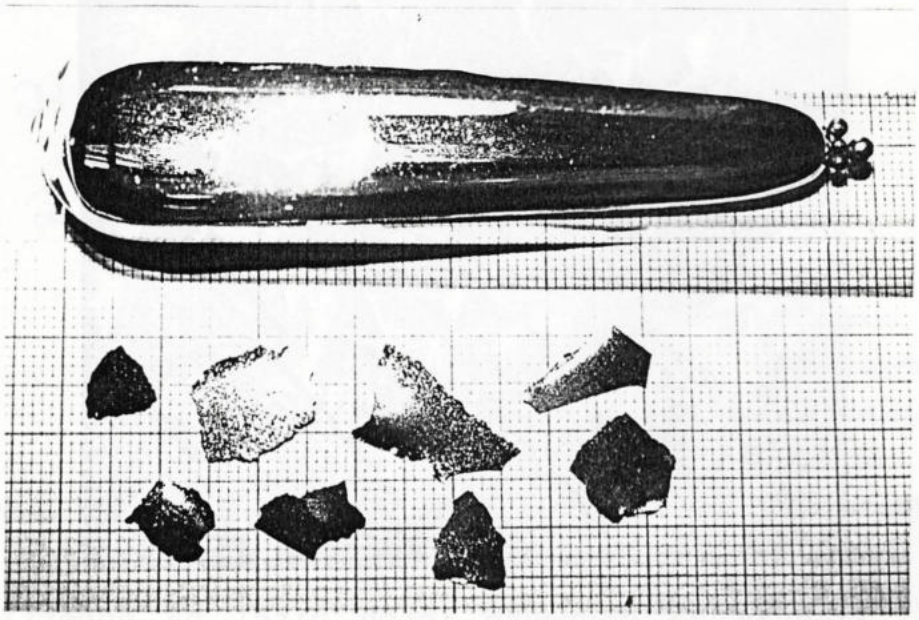


Figura 2. Ampola de quartzo selada com Hg e Te, e alguns cristais de HgTe obtidos através de solução. (Escala em mm)

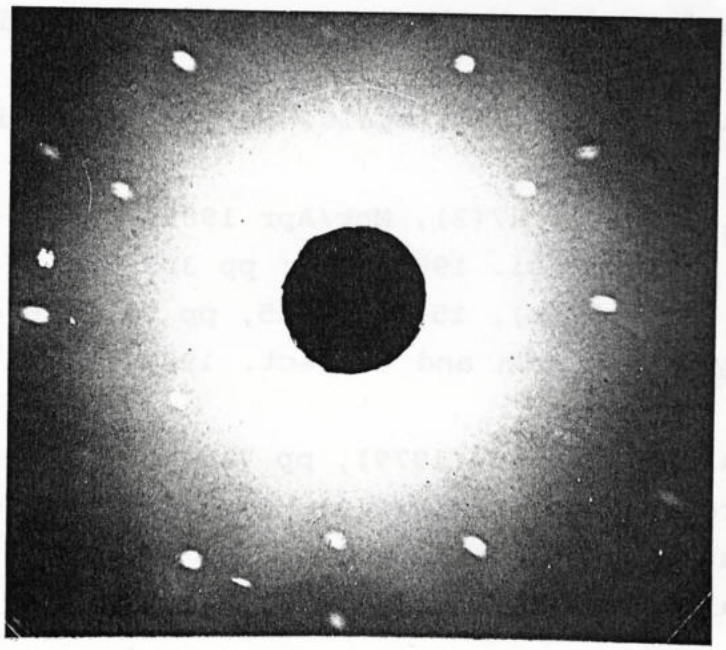


Figura 3. Difração de raio-X retro-espalhado (Laue) da superfície [111] do cristal de HgTe.

Figura 4. Figuras de corrosão (etch pits) na superfície do cristal de HgTe com direção [111]. (100 x)

5. REFERÊNCIAS

[1] Semiconductors and Semimetals. New York, Academic Press, 1970, Vol.5.

[2] Semiconductors and Semimetals. New York, Academic Press, 1981, Vol. 18.

[3] J.Vac.Sci.Technol. A7(2), Mar/Apr 1989, pp 269-270.

[4] Ann. Rev. Mater. Sci. 1985, 15 : pp 303-328.

[5] J. Appl. Phys. 57(8), 15 Apr 1985, pp 2671-2694.

[6] Prog. Crystal Growth and Charact. 1989. Vol.19, pp 259-293.

[7] J. Crystal Growth, 47 (1979), pp 749-750.

[8] J. Electronic Materials, 12(3), 1983, pp 551-561.

[9] Solid State Technology, Jun 1990, pp 83-86.

[10] J. Crystal Growth, 8 (1971), pp 221-222.

$TiAl_6V_4$ E Nb COMO ELETRODOS INDICADORES NA VOLUMETRIA DE OXI-REDUÇÃO

Claudéte Justina Valduga
Martha Adaime
Nádia Schneider Viaro
Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO

Pelo estudo de novos materiais debaixo custo, como substituintes ao eletrodo de platina nas titulações de oxi-redução, para o sistema ferro(II)/dicromato de potássio em meio ácido sulfúrico, verificou-se que o nióbio(100 vezes mais barato que a platina) e a liga $TiAl_6V_4$(3.000vezes mais barato que a platina),são alternativas bastante viáveis.

Sabe-se que o nióbio e o titânio e suas ligas formam uma película passivadora metal-óxido.xH_2O quando expostos ao oxigênio do ar ou da água, o que os protege da corrosão.

Todas as titulações com os eletrodos estudados, foram monitoradas com o eletrodo de platina,para fins comparativos. Verificou-se que o ponto de equivalência encontrado com os novos materiais, coincidia com o da platina. As curvas de titulações apresentavam ponto de equivalência bem definidos, comparados ao eletrodo de platina.

Testou-se a reutilização destes eletrodos sem se fazer o pré-tratamento mecânico destas superfícies e observou-se que: com a liga de titânio o salto potenciométrico vai diminuindo até que se torna pouco nítido, após 8-12 vezes de utilização, sendo que com o nióbio ocorre o mesmo, podendo-se determinar o ponto de equivalência até aproximadamente 4 utilizações.

INTRODUÇÃO

Os eletrodos indicadores metal-óxido.xH_2O estão sendo usados como sensores em virtude de seu baixo custo e fácil manuseio.

Certos metais como o titânio, nióbio, tântalo e suas ligas correspondentes, além de ligas de cobalto-cromo e aços inoxidáveis, tendem a tornar-se passivos devido a formação de uma película fina e aderente de óxido ou outro composto que os protegem da oxidação (2,4).

As ligas níquel-cromo, utilizadas como sensores potenciométricos em titulações redeox, apresentam saltos potenciométricos bem definidos, direta ou inversamentee praticamente dentro da mesma faixa de potencial. O valor dos saltos potenciométricos são em média 50% do valor dos saltos em relação ao eletrodo de platina(3).

Michelazzo et alli(1), utilizaram eletrodo de nióbio em seus estudos de reações ácido-base.

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Foram feitas titulações potenciométricas de solução de $FeSO_4.7H_2O$ 0,01N (em solução aquosa de H_2SO_4), em solução de $K_2Cr_2O_7$ 0,1N, com agitação, à temperatura ambiente, utilizando-se o eletrodo de calomelano como referência e os eletrodos de Nb e de $TiAl_6V_4$ como eletrodos indicadores, substituintes ao eletrodo de Pt, amplamente utilizado. Os ensaios foram monitorados com o eletrodo de Pt. Os eletrodos foram lixados com lixas d'água de granulometria 150, 220, 320, 400, 600 e 1000, para o $TiAl_6V_4$ e 280, 320, 400 e 600, para o Nb. Posteriormente foi realizado polimento com alumina. As titulações foram conduzidas a uma temperatura de $25 \pm 1\,^{\circ}C$, com potenciômetro Philips, modelo PW9409, usando o eletrodo de calomelano de simples junção, marca Shott Mainz B281, como referência. Para melhor detalhamento dos pontos foi utilizado uma microbureta, marca Metrohm Ag Herisaw nº E274. A agitação foi feita por magneto e agitador magnético, marca Fisaton, modelo, 702, nº 501361

INTRODUÇÃO

Os eletrodos indicadores metal-óxido.xH_2O estão sendo usados como sensores em virtude de seu baixo custo e fácil manuseio.

Certos metais como o titânio, nióbio, tântalo e suas ligas correspondentes, além de ligas de cobalto-cromo e aços inoxidáveis, tendem a tornar-se passivos devido a formação de uma película fina e aderente de óxido ou outro composto que os protegem da oxidação (2,4).

As ligas níquel-cromo, utilizadas como sensores potenciométricos em titulações redeox, apresentam saltos potenciométricos bem definidos, direta ou inversamentee praticamente dentro da mesma faixa de potencial. O valor dos saltos potenciométricos são em média 50% do valor dos saltos em relação ao eletrodo de platina(3).

Michelazzo et alli(1), utilizaram eletrodo de nióbio em seus estudos de reações ácido-base.

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Foram feitas titulações potenciométricas de solução de $FeSO_4.7H_2O$ 0,01N (em solução aquosa de H_2SO_4), em solução de $K_2Cr_2O_7$ 0,1N, com agitação, à temperatura ambiente, utilizando-se o eletrodo de calomelano como referência e os eletrodos de Nb e de $TiAl_6V_4$ como eletrodos indicadores, substituintes ao eletrodo de Pt, amplamente utilizado. Os ensaios foram monitorados com o eletrodo de Pt. Os eletrodos foram lixados com lixas d'água de granulometria 150, 220, 320, 400, 600 e 1000, para o $TiAl_6V_4$ e 280, 320, 400 e 600, para o Nb. Posteriormente foi realizado polimento com alumina. As titulações foram conduzidas a uma temperatura de $25\pm1\,^{\circ}C$, com potenciômetro Philips, modelo PW9409, usando o eletrodo de calomelano de simples junção, marca Shott Mainz B281, como referência. Para melhor detalhamento dos pontos foi utilizado uma microbureta, marca Metrohm Ag Herisaw n°E274. A agitação foi feita por magneto e agitador magnético, marca Fisaton, modelo, 702, n°501361

RESULTADOS

As figuras 1, 2 e 3 evidenciam os resultados das titulações para o sistema FeII\K$_2$Cr$_2$O$_7$.

Com o Nb e com a liga TiAl$_6$V$_4$, o ponto de equivaléncia coincide exatamente com o verificado ao se utilizar o eletrodo de Pt.

Os aspectos das curvas com os novos materiais usados como eletrodos indicadores, apresentam saltos potenciométricos inversos ao eletrodo de Pt, normalmente utilizado.

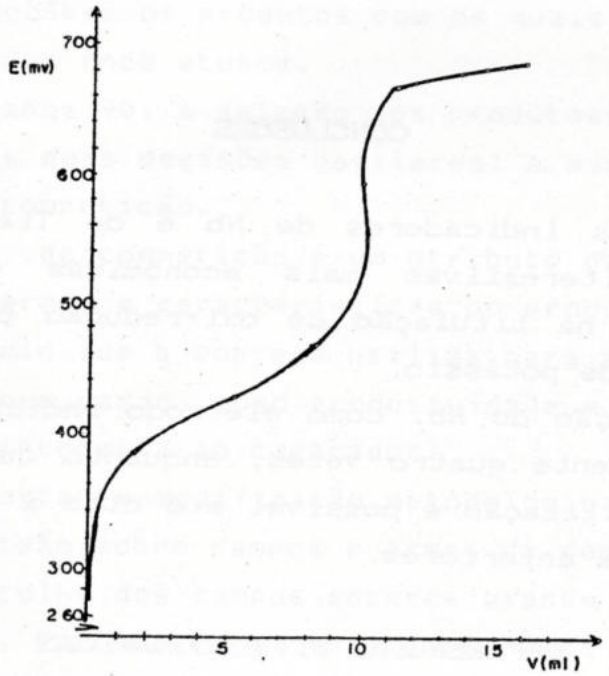


FIGURA 1: Curva de titulação usando eletrodo indicador de Pt, para o sistema Fe^{2+}/Cr^{6+}.

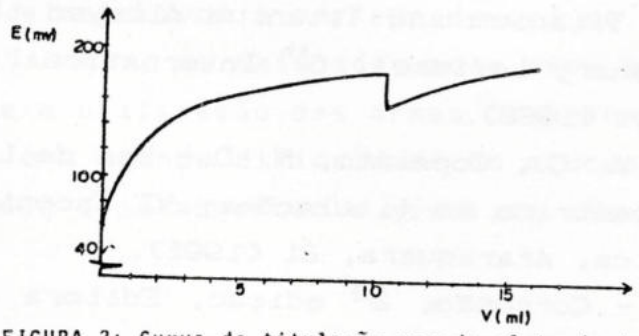


FIGURA 2: Curva de titulação usando eletrodo indicador de Nb, para o sistema Fe^{2+}/Cr^{6+}.

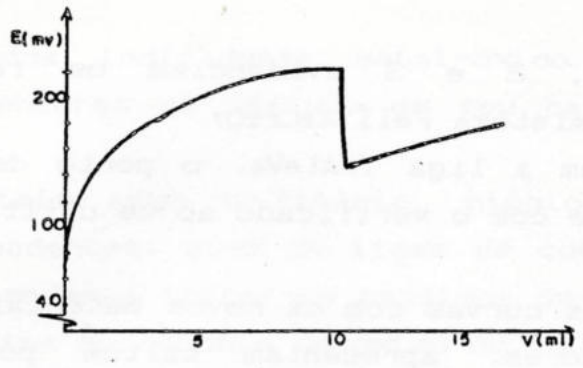


FIGURA 3: Curva de titulação usando eletrodo indicador de $TiAl_6V_4$, para o sistema Fe^{2+}/Cr^{6+}.

CONCLUSÕES

Os eletrodos indicadores de Nb e de TiAl6V4 podem ser usados como alternativas mais econômicas em relação ao eletrode de Pt na titulação de oxi-redução para om sistema FeII/dicromato de potássio.

A reutilização do Nb, como eletrodo indicador, é posível até aproximadamente quatro vezes, enquanto que paqra a liga TiAl6V4, a reutilização é possível até oito a doze vezes, nas mesmas condições anteriores.

REFERÊNCIAS BIVBLIOGRÁFICAS

(1) Michelazzo.V.et alli, - VII Simp. Bras. Eletroquim. Eletroan.(1990).

(2) Breme, J.- Titanium and Titanium Alloysd the Biometal of Preference (Plenary Lecture), 6th International Conference on Titanium, Cannes (1988).

(3) Magalhães, A. C., Copelato, M. D.- Uso de Ligas NiCr como Sensor potenciométrico em titulações- VI Encontro Nacional de Química Analítica, Araraquara, 21 (1991).

(4) Gentil, V.- Corrosão, 2ª edição, Editora Guanabara Dois S.A., Rio de Janeiro, 51 (1982).

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
UMA IMPORTANTE MODIFICAÇÃO METODOLÓGICA

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

A metodologia tradicional do planejamento estratégico estabelece a necessidade de se definir missão, objetivo, filosofia, política, estratégia, meta. Mas, fundamentalmente, preocupa-se em escolher os produtos com os quais a empresa competirá e os mercados onde atuará.

Nos anos 90, à seleção dos produtos e dos mercados somam-se outras duas decisões basilares: a escolha dos campos e das armas da competição.

Campo da competição é um atributo de interesse do comprador, como preço e características do produto. Arma da competição é o meio que a empresa utiliza para alcançar vantangem competitiva num campo, como produtividade e qualidade no processo, e não interessa ao comprador.

A importante modificação metodológica aqui proposta refere-se à decisão sobre campos e armas da competição.

A escolha dos campos encerra grande dificuldade, mas a das armas não, por que para cada campo há as armas mais adequadas. Desta forma, das dezenas de armas à disposição da empresa, somente algumas serão utilizadas.

Com esta metodologia, o planejamento estratégico torna-se objetivo e seletivo: a empresa deverá se preocupar com apenas algumas armas, as mais adequadas para o campo eleito. E lembre-se que a utilização das armas (aumento da produtividade, por exemplo) é a grande dificuldade do processo de modernização cuja finalidade seja aumentar o nível de competitividade da empresa.

* * *

Competir nestes campos significa diferenciar-se dos concorrentes. Geralmente, para diferenciar-se, a empresa incorre em custos extras na expectativa de que o consumidor esteja disposto a pagar um plus pelo produto ou serviço diferenciado. Portanto, competir em preço e em algum campo da diferenciação é, na maioria das vezes, incompatível. Não o é quando a empresa estiver no quarto quadrante de Gilbert - diferenciação alta e produtividade alta [2, 1981]. Mas raras são as empresas nesta situação - no Brasil não conhecemos nenhuma. Como observa Francisco Gracioso [3, 1987], nem as empresas automobilísticas japonesas atingiram ainda este quarto quadrante.

Apesar de não identificar os campos de competição com a clareza e ênfase feitas por nós, Michael Porter, tanto em Competitive Strategy [1, 1980] como em Competitive Advantage [4, 1985], analisa a concorrência em custo e a em diferenciação sem especificar exatamente quais sejam os campos da diferenciação.

Reduzir custos, diz Porter, nem sempre implica sacrificar a diferenciação. E reduzir custos não significa obter vantagem em custo, pois quando a empresa estiver enfrentando um concorrente lutando também pela liderança no custo, chegará no ponto em que uma maior redução dos custos exigirá sacrifícios na diferenciação. é neste ponto que estas estratégias tornam-se inconsistentes, e a empresa precisa escolher uma ou outra.

Se a empresa conseguir obter simultaneamente liderança no custo e diferenciação, as recompensas serão grandes porque os benefícios somam-se: diferenciação conduz a preços-prêmio, ao mesmo tempo que liderança no custo significa custos menores.

Existem três situações onde a empresa pode conseguir simultaneamente liderança no custo e diferenciação:

a) os concorrentes estão no meio-termo: neste caso, ninguém está suficientemente bem posicionado para forçar a empresa para o ponto onde custo e diferenciação tornam-se inconsistentes;
b) o custo é fortemente afetado pela participação de mercado e não pelo projeto do produto, pelo nível de tecnologia, pelo serviço oferecido nem por outros fatores: neste caso, as vantagens de custo obtidas pela alta participação de mer-

Se os autores dissertam longamente sobre a eleição dos mercados de atuação, silenciam quanto à dos campos da competição. O único que aborda este tema é Michael Porter, em Competitive Strategy [1, 1980], mas o faz de forma marginal.

Nós o fazemos de forma enfática: para os anos 90, tão importante quanto selecionar produtos e mercados é escolher os campos onde a empresa irá competir e as armas que irá utilizar.

Campo da competição refere-se a um atributo de interesse do comprador. Identificamos 15 campos onde a empresa metal-mecânica brasileira pode competir: três relativos a preço (preço, guerra de preço e promoção); quatro relativos a produto (projeto, qualidade, variedade de modelos e novos modelos)); três relativos a prazo (de cotação e negociação, de entrega e de pagamento); três relativos à assistência (antes, durante e após a venda); e dois relativos à imagem (imagem do produto, marca e empresa, e preservação ambiental).

Elegidos os produtos, os mercados e os campos de competição, a quarta decisão fundamental é sobre quais armas utilizar. Arma da competição é o meio que a empresa utiliza para alcançar vantagem competitiva num campo, como qualidade de processo e produtividade, e não interessa ao comprador.

A utilização das armas é a grande dificuldade do processo de modernização cuja finalidade seja aumentar o nível de competitividade da empresa. Se sua utilização encerra muitas dificuldades, a sua escolha é relativamente simples, pois, apesar de existirem dezenas de armas à disposição da empresa, são poucas as mais adequadas a cada campo. Assim, definido um campo de atuação, as dezenas de armas ficam reduzidas a algumas.

Das quatro decisões fundamentais do planejamento estratégico (produto, mercado, campos e armas), é necessário discorrer apenas sobre a escolha dos campos, pois, sobre a seleção de produtos e de mercados, a bibliografia é farta, e sobre a de armas, não há maiores dificuldades.

A empresa deverá eleger um ou poucos campos onde irá competir. A decisão primeira é optar entre competir em custo ou competir nos outros campos (produto, prazo, assistência ou imagem).

cado permitem à empresa onerar os custos de outros setores, ou a alta participação reduz o custo da diferenciação em relação aos concorrentes;

c) a empresa é pioneira em uma importante inovação: a implantação de novas tecnologias de produção, ou de um sistema de informações para logística, ou de um sistema computadorizado de projetar produto, ou até o estabelecimento de relações cooperativas com fornecedores, pode permitir a redução de custo e ao mesmo tempo intensificar a diferenciação, desde que a empresa seja a única detentora dessa inovação.

Finalmente, Porter recomenda: "Uma empresa deve sempre buscar agressivamente todas as aportunidades de redução de custo que não sacrifiquem a diferenciação. E deve sempre buscar todas as oportunidades de diferenciação que não onerem os custos. Além deste ponto, deve escolher uma das duas estratégias. Uma estratégia não leva a um desempenho acima da média a menos que seja sustentável frente aos concorrentes".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PORTER, Michael E. - Competitite Strategy. New York, The Free Press, 1980.
2. GILBERT, Xavier - Industry Analysis, Development of Strategy to Responde to Competitite Forces. Lausanne, Suiça, IMEDE - Institute pour le Développement de l'Entreprise, 1981.
3. GRACIOSO, Francisco - Planejamento Estratégico Orientado para o Mercado. São Paulo, Atlas, 1987.
4. PORTER, Michael E. - Competitive Advantage. New York, The Free Press, 1985.

ENGENHARIA CONCOMITANTE
(CONCURRENT ENGINEERING)

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

Uma nova forma de elaborar projetos está ganhando corpo nas principais empresas do mundo - é a Engenharia Concomitante.

A forma tradicional de desenvolver projeto, denominada Engenharia Seriada para diferenciá-la da Engenharia Concomitante, é caracterizada pela análise do projeto do produto somente depois de estar pronto, verificado e seu protótipo construído. Ou seja, somente depois de concluído o projeto de engenharia, elaborado segundo as fases sequenciais de projeto propriamente dito, verificação do projeto e construção do protótipo, é feita uma revisão, onde são analisadas a qualidade, a produtibilidade e a manutenibilidade do produto. Em decorrência desta análise, o projeto sofre modificações, é novamente verificado, produzido e testado, em outras quatro fases sequenciais.

Na Engenharia Concomitante, simultaneamente ao desenvolvimento do projeto do produto, são examinadas as características de desempenho, a qualidade, a produtibilidade, a facilidade de teste, a manutenibilidade e o custo do produto. Assim, quando o projeto é dado como pronto, basta uma única verificação e uma revisão antes do seu lançamento em produção.

As várias vantagens da Engenharia Concomitante - menor tempo, menor custo, menor quantidade de modificações, menor número de problemas e aborrecimentos futuros, menor ciclo de amadurecimento produtivo, menor tempo para atingir a produção a alto volume, melhor qualidade - estão levando muitas grandes empresas a adotá-la. Entre elas, contam-se a Boing, a AT & T, a Hewlett-Pachard e as da indústria automobilística japonesa.

* * *

1. ENGENHARIA SERIADA VERSUS ENGENHARIA CONCOMITANTE

Na Engenharia Seriada, o departamento de engenharia de produto e os departamentos de manufatura tomam a decisão de assegurar que o produto é manufaturável e, em seguida, lançam-no em produção. Este processo, inevitavelmente, conduz a retrabalhos. Devido a razões de fabricação, por exemplo, dimensões e tolerâncias de peças precisam ser modificadas. Algumas modificações, por seu turno, implicam em alteração na documentação do projeto, como desenho de peças e de conjuntos, lista de peças, especificações; provocam alteração no fundamental; e podem causar até renegociações dos contratos com fornecedores.

Na Engenharia Concomitante, segundo Alfred Rosenblatt e George Watson [1,1991], o ingrediente chave é o trabalho em equipe: pessoas de muitas especialidades e de vários departamentos colaboram durante toda a vida do produto - desde a concepção até a absolescência - para assegurar que ele atenderá as necessidades e os desejos dos consumidores. Os departamentos de marketing, engenharia e manufatura, por exemplo, trabalham juntos desde o início para antecipar problemas e gargalos e eliminá-los o mais cedo possível.

O mais importante para Sammy Shina [2, 1991], professor da Universidade de Lowell, Massachusetts, é o fato de a Engenharia Concomitante diminuir o tempo de desenvolvimento do projeto, que sai da prancheta já compatibilizado com a capacidade produtiva da empresa.

2. MUDANÇAS NECESSÁRIAS À ADOÇÃO DA ENGENHARIA CONCOMITANTE

Na Engenharia Concomitante, novos produtos não mais pertencem ao domínio exclusivo do departamento de pesquisa e desenvolvimento, pois, desde o início, o projeto envolve todas as áreas da empresa. Por esta razão, diz Shina [2, 1991]: idéias e objetivos precisam ser compartilhados; tarefas imediatas, atribuídas; lealdades departamentais, asseguradas. A dificuldade reside em que tal comportamento não é ensinado nas escolas.

Jon Turino [3, 1991], presidente da empresa de consultoria Logical Solutions Technology e renomado autor, enfatiza: "Dedicação, trabalho em equipe e uma completa mudança cultural na empresa são essenciais para a Engenharia Concomitante."

Além disto, pelo fato de toda a organização, do topo à base, tomar parte, como no Controle de Qualidade Total, a Engenharia Concomitante exije uma mudança educacional em todos os níveis para que os funcionários falem uma linguagem comum.

Além de integrar a empresa de ponta a ponta, é necessário aproximar os fornecedores e os consumidores.

3. VANTAGENS DA ENGENHARIA CONCOMITANTE

Shina [2, 1991] apresenta quatro vantagens da Engenharia Concomitante: redução do ciclo de amadurecimento produtivo, melhoria da qualidade do projeto, diminuição do número de iterações durante o desenvolvimento e abreviação do tempo necessário para atingir a produção a pleno volume.

O ciclo de amadurecimento produtivo, ou seja, o tempo necessário para a manufatura conseguir produzir altos volumes, torna-se extremamente reduzido. Shina usa como exemplo uma empresa fabricante de instrumentos eletrônicos para medicina. Com a Engenharia Seriada, só no oitavo mês a produção alcançava sua plenitude. Com a introdução da Engenharia Concomitante em 1984, esse tempo foi reduzido para três meses. A experiência obtida em dois anos permitia, em 1986, a plena produção já no primeiro mês.

A melhoria da qualidade do projeto, medida pelo número de modificações de engenharia feitas em até seis meses após o início da produção, é também notável. Exemplificando com a mesma empresa, Shina mostra que, um ano após a introdução da Engenharia Concomitante, o número de modificações de engenharia diminuiu 22% e, em dois anos, 54%.

A redução do número de iterações do projeto é a terceira vantagem da Engenharia Concomitante.

A abreviação do tempo necessário para atingir a produção a pleno volume, englobando a fabricação de componentes e a

montagem do produto, é a quarta vantagem. Isto decorre de ser a curva de aprendizagem, ou seja, a experiência melhoradora do produto, menos pronunciada, ou até inexistente, para os produtos desenvolvidos segundo a Engenharia Concomitante.

Estas vantagens estão levando muitas empresas a adotar a Engenharia Concomitante. A Boing está usando-a para desenvolver o gigantesco 777 e espera concluir o projeto num prazo de um ano e meio menor do que o consumido no projeto do 767. A John Deere & Co. aplicou-a num novo projeto e conseguiu diminuir 30% no custo de desenvolvimento e 60% no seu tempo. A AT & T, com ela, reduziu pela metade o tempo necessário para projetar o sistema da chave eletrônica 5 ESS. Como afirmam Rosenblatt e Watson [1, 1991], "estas e outras empresas acreditam que sua sobrevivência depende da Engenharia Concomitante".

A indústria automobilística japonesa é utilizada por Shina [2, 1991] para ilustrar os resultados da aplicação da Engenharia Concomitante. "Nos anos 80, a indústria japonesa dispendia, em relação à norte-americana, metade da quantidade de homens-horas para desenvolver o projeto de um novo automóvel. Com ela, foi possível aos japoneses produzir menor quantidade de carros de um determinado modelo e mantê-lo no mercado por um tempo menor. A Engenharia Concomitante explica parte do sucesso da indústria automobilística japonesa".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ROSENBLATT, Alfred & WATSON, George - Concurrent Engineering. IEEE SPECTRUM USA, 0018-9235/91 : 22-23, July 1991
2. SHINA, Sammy G. - New rules for world-class companies. IEEE SPECTRUM, USA, 0018-9235/91 : 23-26, July 1991.
3. TURINO, Jon - Making it work calls for input from everyone. IEEE SPECTRUM, USA, 0018-9235/91 : 30-32, July 1991.

GRÁFICOS DE CONTROLE COM AMOSTRAGEM MULTIPLA

ANTONIO FERNANDO BRANCO COSTA
UNESP - CAMPUS GUARATINGUETÁ - DEP. PRODUÇÃO

SUMÁRIO

Desde a criação dos gráficos de controle por Shewhart em 1931, muitos autores têm proposto inovações aos mesmos. Costa (1990), tem projetado econômicamente o gráfico de controle $\bar{X}$ com amostragem dupla. Para uma revisão da literatura, ver Montgomery (1985) Os gráficos de controle com amostragem múltipla são constituidos por três regiões: região central, região de advertência e região de ação Cada amostra retirada do processo produtivo gera um ponto no gráfico de controle, que corresponde ao valor de uma determinada estatística de interêsse. Enquanto os pontos vão caindo na região de advertência, novas amostras vão sendo retiradas do processo produtivo. A amostragem múltipla se encerra quando um ponto cai ou na região central ou na região de ação do gráfico de controle. Um intervalo de tempo longo é adotado entre as amostragens múltiplas. Os gráficos de controle com amostragem múltipla, quando comparados com os tradicionais gráficos de Shewhart, com amostragem simples, redúzem o tempo esperado em que o processo permanece fora de controle, mantendo porem o mesmo número esperado de ítens inspecionados e de alarmes falsos.

1. GRÁFICOS DE CONTROLE COM AMOSTRAGEM MÚLTIPLA

Neste artigo, nós consideramos que o gráfico de controle com amostragem múltipla é utilizado no acompanhamento de um processo produtivo, que está sujeito a uma única perturbação provocada por uma causa assinalável O processo inicia em um estado de controle estatístico, e assim permanece até que a causa assinalável ocorra, promovendo um aumento significativo na produção de itens fora das especificações. A finalidade básica do gráfico de controle é detectar a ocorrência da causa assinalável. Para tanto, são retiradas do processo produtivo amostras de tamanho n. Cada amostra gera um ponto no gráfico de controle, que corresponde ao valor de uma determinada estatística de interesse.

Os gráficos de controle com amostragem múltipla são constituídos por três regiões: região central, região de advertência e região de ação. Enquanto os pontos vão caindo na região de advertência, sucessivas amostras vão sendo retiradas do processo produtivo. A amostragem múltipla se encerra quando um ponto cai ou na região central ou na região de ação do gráfico de controle. No primeiro caso, nenhuma ação é tomada, e um intervalo de tempo longo h_1 é adotado até a próxima amostragem. No segundo caso, é feita a investigação e normalmente é procedida a eliminação da causa que levou o processo a sair de controle. Neste segundo caso, em se tratando de um alarme falso, um intervalo longo de tempo h_1 é adotado até a próxima amostragem múltipla, caso contrário, em se tratando de um alarme verdadeiro, a causa assinalável é eliminada e então um intervalo h é adotado até a próxima amostragem múltipla. Para que o número esperado de ítens inspecionados e de alarmes falsos sejam iguais em ambos os esquemas de amostragem, simples e múltiplo, basta que o intervalo de tempo médio entre tomada de amostras para ambos seja igual, quando o processo estiver sob controle, ou seja:

$$h_1 = h/p_1 \qquad (1)$$

1. GRÁFICOS DE CONTROLE COM AMOSTRAGEM MÚLTIPLA

Neste artigo, nós consideramos que o gráfico de controle com amostragem múltipla é utilizado no acompanhamento de um processo produtivo, que está sujeito a uma única perturbação provocada por uma causa assinalável O processo inicia em um estado de controle estatístico, e assim permanece até que a causa assinalável ocorra, promovendo um aumento significativo na produção de itens fora das especificações. A finalidade básica do gráfico de controle é detectar a ocorrência da causa assinalável. Para tanto, são retiradas do processo produtivo amostras de tamanho n. Cada amostra gera um ponto no gráfico de controle, que corresponde ao valor de uma determinada estatística de interesse.

Os gráficos de controle com amostragem múltipla são constituídos por três regiões: região central, região de advertência e região de ação. Enquanto os pontos vão caindo na região de advertência, sucessivas amostras vão sendo retiradas do processo produtivo. A amostragem múltipla se encerra quando um ponto cai ou na região central ou na região de ação do gráfico de controle. No primeiro caso, nenhuma ação é tomada, e um intervalo de tempo longo h_1 é adotado até a próxima amostragem. No segundo caso, é feita a investigação e normalmente é procedida a eliminação da causa que levou o processo a sair de controle. Neste segundo caso, em se tratando de um alarme falso, um intervalo longo de tempo h_1 é adotado até a próxima amostragem múltipla, caso contrário, em se tratando de um alarme verdadeiro, a causa assinalável é eliminada e então um intervalo h é adotado até a próxima amostragem múltipla. Para que o número esperado de ítens inspecionados e de alarmes falsos sejam iguais em ambos os esquemas de amostragem, simples e múltiplo, basta que o intervalo de tempo médio entre tomada de amostras para ambos seja igual, quando o processo estiver sob controle, ou seja:

$$h_1 = h/p_1 \qquad (1)$$

onde h é o intervalo de tempo entre amostragens simples, e p_1 é a probabilidade de um ponto cair na região central ou na região de ação do gráfico de controle com amostragem múltipla, quando o processo está sob controle estatístico. Os esquemas de amostragem, simples e múltiplo, podem então ser comparados em termos de T_2, tempo esperado em que o processo permanece fora de controle. Para o esquema das amostragens simples, este valor é expresso por:

$$E_S[T_2] = h*(1/p - 0,5) \qquad (2)$$

onde p é a probabilidade do gráfico de controle detectar a causa assinalável. Para o esquema das amostragens múltiplas, o valor esperado de T_2 é expresso por:

$$E_M[T_2] = (h/p_1)*[0.5 + p_2/p] \qquad (3)$$

onde p_2 é probabilidade de um ponto cair na região central do gráfico, quando o processo está fora de controle.

A causa assinalável pode ocorrer a qualquer momento dentro de um intervalo entre amostragens. Por simplicidade, consideramos que, em média, a causa assinalável ocorre no meio do intervalo. Para efeito de comparação, como em ambos os esquemas de amostragem se inspeciona a mesma quantidade de amostras de tamanho n, podemos desprezar o tempo gasto com as amostragens. Neste trabalho, definiremos a eficiência do gráfico de controle com amostragem múltipla, com respeito ao gráfico de controle com amostragem simples, como sendo a relação entre os tempos esperados em que o processo permanece fora de controle, em ambos os casos, ou seja:

$$E_f = E_S[T_2]/E_M[T_2] \qquad (4)$$

2. GRÁFICOS DE CONTROLE $\bar{X}$ COM AMOSTRAGEM MÚLTIPLA

Neste caso, considera-se que o processo inicia em um estado de controle estatístico, com a média e o desvio padrão da variável aleatória $\bar{X}$ iguais a μ e σ, respectivamente. A causa aasinalável provoca uma mudança na média do processo de μ para $\mu + \delta\sigma$. Os valores de p_1, p_2 e p serão neste caso:

$$p_1 = \phi(k_1) - \phi(k_1) + 2\phi(-k_2) \quad (5)$$

$$p_2 = \phi(k_1 - \delta * n^{1/2}) - \phi(-k_1 - \delta * n^{1/2}) \quad (6)$$

$$p = \phi(-k_2 + \delta * n^{1/2}) + \phi(-k_2 - \delta * n^{1/2}) \quad (7)$$

onde k_1 e k_2 definem as três regiões do gráfico de controle $\bar{X}$. A região central é definida pelo intervalo $(\mu - k_1 * \sigma/n^{1/2};\ \mu + k_1 * \sigma/n^{1/2})$, a região de advertência é definida pelos intervalos $(\mu - k_2 * \sigma/n^{1/2};\ \mu + k_1 * \sigma/n^{1/2})$ e $(\mu + k_1 * \sigma/n^{1/2};\ \mu + k_2 * \sigma/n^{1/2})$, e finalmente, a região de ação é definida pelos intervalos $(-\infty\ ;\ \mu - k_1 * \sigma/n^{1/2})$ e $(\mu + k_2 * \sigma/n^{1/2},\ \infty)$. A Tabela 1 apresenta valores da eficiência do gráfico $\bar{X}$ com amostragem múltipla, em relação ao gráfico $\bar{X}$ com amostragem simples, para diferentes combinações dos parâmetros $\delta * n^{1/2}$ e k_1. Sem perda de generalidade, considera-se que h = 1.

TABELA 1 Valores da Eficiência para o Gráfico de Controle $\bar{X}$ $(k_2=3,5)$

$\delta * n^{1/2}$ \ k_1	0,5	1,0	1,5	2,0
1,0	1,56	1,42	1,13	1,13
1,5	2,57	2,15	1,68	1,34
2,0	3.94	3.46	2,45	1,73
2,5	3,50	4,31	3,35	2,27
3,0	2,02	3,26	3,32	2,58

5. CONCLUSÕES

A Tabela 1 mostra que o gráfico $\bar{X}$ ganha em eficiência quando se adota o esquema das amostragens múltiplas. Esta mesma análise pode ser feita para o gráfico da fração defeituosa p.

4. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A. F. B. (1990) "Economic Design of an $\bar{X}$ Control Chart with Double Sampling " 9º SINAPE- Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo, S.P., pp 84-89.

MONTGOMERY, D. C (1985), Introduction to Statistical Quality Control, New York: John Wiley.

O COMPORTAMENTO DO GRAU DE RECOBRIMENTO DE DRESSAGEM PARA A FABRICAÇÃO DE COMPONENTE DE PRECISÃO.

EDUARDO CARLOS BIANCHI *

JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA **

* UNESP - FET - BAURU

** USP - ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Resumo:

Este trabalho apresenta um estudo experimental a respeito das influências das condições de dressagem com ferramenta estática no desempenho do processo de retificação. Os testes são feitos com dois rebolos de granulometrias diferentes em dois materiais com diferentes durezas e composições quimicas.

Algumas conclusões importantes são apresentadas a respeito do desempenho de um rebolo ao longo da vida util da face de trabalho com relação ao acabamento superficial.

São apresentados dados relativos a adequação de um banco de ensaios assistido por microcomputador ao experimento executado.

1-Introdução.

A retificação é o processo que, apesar de ser o meno tecnologicamente dominado de todos processos convencionais de fabri cação, tem como papel solucionar os problemas de qualidade e tempo d toda a sequência de fabricação.

Esta realidade atual provocou uma corrida internacional pelas pesquisas em processos abrasivos, principalmente na Alemanha Japão. Uma pesquisa feita em uma revista japonesa de fabricação mostr que o número de trabalhos publicados sobre processos abrasivos no últimos 6 anos passou a ser o dobro dos trabalhos relacionados processos convencionais.

Na retificação de precisão a necessidade de tolerân cias dimensionais apertadas no componente usinado faz com que o des gaste volumétrico do rebolo deva ser minimizado. Isto é feito através da utilização de rebolos com maior capacidade de retenção do grã abrasivo. Nesta situação, ocorre, com o passar do tempo, a perda d agresividade da face de trabalho. A dressagem ou avivamento, com operação de afiação da ferramenta, passa então a fazer parte integran te da operação de precisão. Por ser um elemento transformador da topo grafia da ferramenta o procedimento de dressagem deve ser muito be conhecido para que se tenha um maior controle sobre o desempenho d rebolo.

Este trabalho tem como objetivo estudar experimental mente o comportamento de rebolos durante uma operação de retificaçã de precisão dando enfase a análise das variações no acabament superficial ao longo da vida entre duas dressagens.

2-Procedimentos Experimentais.

Por ser a dressagem uma condição de grande influênci na vida de rebolos convencionais, decidiu-se fazer teste experimentais de vida de rebolos variando-se as condições d dressagem. A medição da vida de um rebolo superabrasivo também é feit com o único objetivo de se comparar com a vida típica de um rebol convencional. Não foram feitos testes de vida para diversas condiçõe de avivamento. A figura 1 mostra um esquema geral da montagem efetuad para a execução de testes.

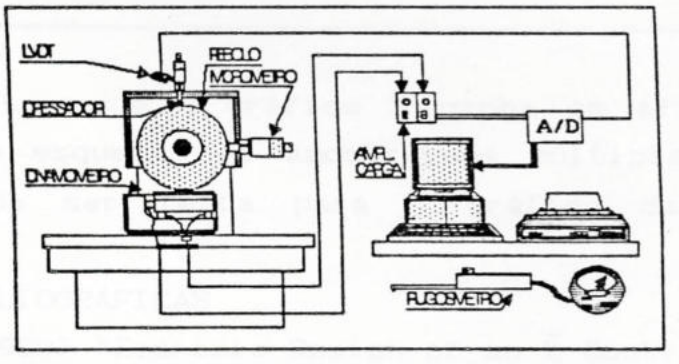


Figura 1: O Banco de Ensaios Utilizado

Os valores da rugosidade e da integridade superficial da peça são solicitados pelo microcomputador e fornecidos via teclado. Toda a sequência de testes e medições é gerenciada pelo microcomputador que executa os programas de aquisição de dados automaticamente na sequência do ciclo.

3-Resultados e Discussão.

A rugosidade superficial está relacionada com a remoção de metal que, por sua vez, depende das condições de dressagem. Em dressagens grossas, onde o valor do grau de recobrimento é pequeno e o número de arestas atuantes é reduzido, é provocado um aumento na profundidade dos sulcos que, consequentemente, provoca valores mais elevados de rugosidade. Se a dressagem for fina, portanto com valores maiores de grau de recobrimento, um número significativamente maior de arestas atuantes divide os esforços e cada grão abrasivo penetra menos na peça reduzindo assim os valores de rugosidade.

O comportamento da rugosidade com o tempo de retificação está relacionado também com o aumento da área plana, que provoca o aumento da largura do sulco gerado pelo grão durante o corte. Tal aumento de área de contato provoca também um aumento da temperatura local, o que faz com que o material da peça fique mais mole e se prenda mais facilmente nos poros do rebolo. O material preso risca a peça provocando também um aumento na rugosidade.

As figuras 2 e 3 mostram que a rugosidade cresce com o número de passadas. Este crescimento está ligado ao aumento das áreas de corte e entupimento de poros.

No rebolo com granulometria 46 mesh (figura 2), os valores de rugosidade (Ud = 1) estão oscilando de forma quase horizontal ao longo da vida do rebolo. Isto pode ser explicado levando-se em conta que o desgaste do rebolo deveria provocar a diminuição da rugosidade pela perda do macroefeito, o que não ocorre, pois a ação do microefeito tende a aumentar a rugosidade, de modo que o valor permaneça oscilando próximo a uma constante.

Em rebolos com granulometria fina (120 mesh), a ação do microefeito é extremamente reduzida e o macroefeito predomina de modo que a rugosidade superficial deveria tender a diminuir pelo desgaste do rebolo. Isto não ocorre pois como o número de arestas ativas é menor nestes rebolos, o entupimento dos poros mais favorável provoca o equilíbrio da rugosidade como pode ser observado na figura 3.

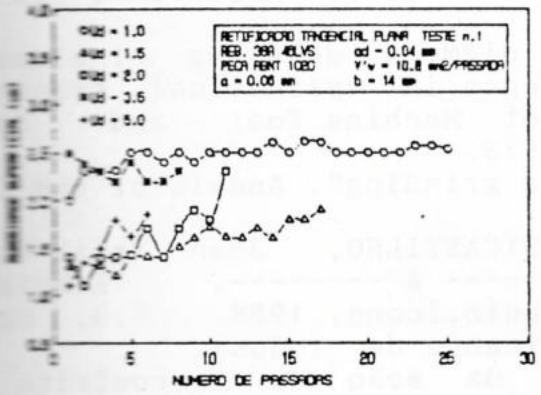


Figura 2:Comportamento da Rugosidade para o Rebolo 38A 46LVS e Aço 1020.

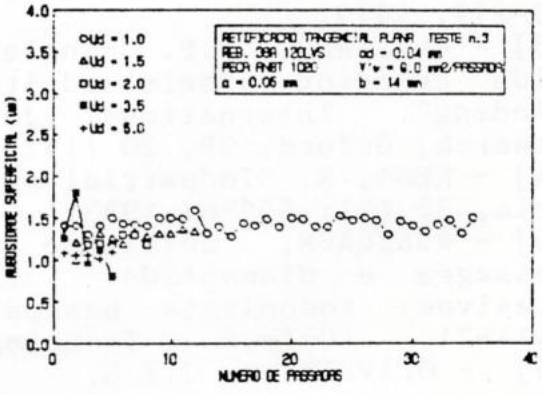


Figura 3:Comportamento da Rugosidade para o Rebolo 38A 120LVS e Aço 1020.

4-Conclusões

Por ser normalmente a última operação de uma sequência de fabricação, todos os problemas de tempo e qualidade gerados ao longo do processo de fabricação de um componente devem ser resolvidos na

retificação.Isto faz com que a retificação seja frequentemente um gargalo numa sequência de operações. Por isso ressalta-se que quaisquer beneficios obtidos na retificação tem grande valor em todo o processo.

Deste trabalho pode-se concluir que quando o grau de recobrimento é igual a um, o macro e microefeitos são máximos, havendo grandes partes dos grãos quebrados, maiores arestas afiadas são formadas e a disposição das arestas na face de trabalho proporciona uma baixa densidade de arestas ativas. Desta forma o rebolo está muito agressivo, e o volume de metal removido, é máximo para todos os casos analisados. Neste caso, também a rugosidade superficial, apesar de ter um valor médio maior, tem um comportamento mais uniforme devido a ação simultânea da perda do microefeito.

Abstract:

This work shows experimental research on the influence of dressing conditions, with a static tool, on the grinding performance. The tests was carried out using two wheels with different grain size and two workpieces with different hardness and chemical composition.

Important conclusions are presented with respect to the wheel performance during its useful and effective related to the surface finish.

Data related to the fit of a computer aided test rig are also presented.

Bibliografia.

[01] - BRACH, K.; PAI, D.M.; RATTERMAN, E. "Grinding forces and anergy". Journal of Engineering for Industry, New York, 110 (25): 25-31, Feb. 1988.

[02] - BUTTERY, T.C.; STATHAM, A.; PERCIVAL, J.B. "Some effects of dressing on grinding performance". Wear, Amsterdam, 55 (2): 195-219, 1979.

[03] - FLETCHER, N.P. "Single point diamond dressing of aluminium oxide grinding wheels and its influence in cylindrical transverse grinding". International Journal of Machine Tool and Design Research, Oxford, GB, 20 (1): 55-65, 1978.

[04] - KEGG, R. "Industrial problems in grinding". Annals of the CIRP, Paris, 32 (2): 559-61 1983.

[05] - NUSSBAUM, Guillaume Ch. & DICASTILHO, José Maria Lopez. Dressagem e diamantado. In: -------- & --------. "Rebolos & abrasivos: tecnologia básica". São Paulo,Icone, 1988. V.3, Cap.4, p.414-21. (Coleção e Tecnologia ao Alcance de todos).

[06] - OLIVEIRA, J.F.G. Análise da ação do macroefeito de dressagem de rebolos no desempenho do processo de retificação. São Carlos, 1988. 272p. Tese (Doutorado - Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

[07] - SHIMAMUNE, T. & ONO, K. "Wheel life in grinding (1st report)". Bulletin Japan Society of Precision Engineering, Tokio, 17 (1):35-42, Mar 1983.

[06] - BIANCHI, E.C. Ação das condições de dressagem de dressagem na vida de rebolos na retificação de precisão. São Carlos, 1990. 116p. Dissertação (mestrado - Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos-USP.

FATORES DE AVALIAÇÃO PARA UMA SUPERFICIE TÉCNICA

NOEMIA GOMES DE MATTOS DE MESQUITA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Sumário:

Este trabalho apresenta uma nova abordagem das superfícies técnicas, através de seis fatores de avaliação. Com estes fatores de avaliação é possível se descrever uma superfície técnica ideal, que atende as exigências de funcionamento de uma peça.

Uma descrição matematicamente precisa de uma superfície técnica só é possível com um número muito grande de parâmetros, isto porque ela é uma função aleatória no campo dos reais. Esta descrição não teria muita aplicação prática. Este trabalho não visa esta descrição matematicamente precisa, mas sim uma descrição da superfície sob consideração do maior número possível de informações com um número mínimo de parâmetros.

1. Introdução

A descrição de uma superfície técnica é extremamente complexa, por se tratar de uma função aleatória no espaço tridimensional. Pesquisadores continuam tentando descreve-lá cada vez mais precisamente. Só uma completa descrição das superfícies técnicas permitirá prever se as exigências feitas a elas estão preenchidas, de modo que elas venham exercer bem sua função e as peças desempenhar melhor sua finalidade.

Existe uma enorme variedade de parâmetros de medição das superfícies técnicas, cerca de 50 parâmetros normalizados /1/. Neste trabalho será mostrado o número mínimo de parâmetros que dão todas as informações necessárias para a descrição de uma superfície técnica e através dos quais se pode avaliar uma superfície técnica segundo sua função e fabricação.

2. Fatores de Avaliação

Através da análise das propriedades exigidas, para o perfeito desempenho de uma superfície, deve ser fixada uma superfície ideal para cada função específica de peças mecânicas. A descrição das superfícies ideais é possível através de seis fatores de avaliação : 1°) desvios geométricos; 2°) tipo de perfil; 3°) dependência da direção; 4°) ângulos; 5°) reentrâncias ou vales e 6°) elevações ou picos.

2.1 Desvios Geométricos

Os desvios geométricos são definidos como sendo os desvios verticais e horizontais de uma superfície real para uma superfície geométrica (superfície de projeto, definida por uma desenho técnico). Os desvios verticais são as amplitudes com as quais os desvios ocorrem e os horizontais são os períodos.

Existem cerca de 20 parâmetros normalizados através dos quais os desvios geométricos podem ser quantitativamente caracterizados /1/, por exemplo, "desvio médio de rugosidade" Ra, "desvio médio quadrático de rugosidade" Rq, "distância média das irregularidades do perfil" Sm. Dependendo da função da superfície a ordem de grandeza dos desvios geométricos assumem valores diferentes. Os desvios verticais estão classificados na norma DIN/ISO 1302 em 12 classes através do parâmetro Ra /2/.

A primeira informação que deve ser fornecida a respeito de uma superfície é a ordem de grandeza de suas amplitudes e de seus períodos. O parâmetro mais adequado para os desvios geométricos pode ser escolhido através das medições e comparações dos diversos parâmetros para diferentes processos de fabricação /1/.

2.2 Tipo de Perfil

Superfícies com mesma ordem de grandeza de amplitudes e períodos podem ser completamente distintas. Este segundo fator de avaliação "tipo de perfil" é portanto indispensável para a caracterização de uma superfície. Os parâmetros que podem distinguir os diferentes tipos de perfis são entre outros: a distribuição das amplitudes da superfície; coeficiente de simetria da curva de distribuição; curtose; curva de Abbott; função de correlação; função Beta; análise de Fourier.

2.3 Dependência da Direção

Cada tipo de função exige uma textura superficial diferente. Para uma superfície de vedação como no caso de flanges, por exemplo, os sulcos devem ser perpendiculares à direção de uma possível fuga. Já para a superfície de uma guia foi verificado que o comportamento de desgaste é mais propício quando a direção dos sulcos (na guia) é paralela à direção de deslizamento e transversal em relação ao contra corpo, devido a um melhor poder de retenção do lubrificante /3/. Para um perfeito desempenho da função é portanto também fundamental a verificação da direção dos sulcos e não apenas ter-se um valor adequado de rugosidade.

A dependência da direção de medição está intimamente ligada com a textura da superfície /4/. Com os métodos da função de auto-correlação e correlação transversa é possível se determinar quantitativamente a dependência da direção /1/.

2.4 Ângulos

Os ângulos de inclinação, de abertura das reentrâncias e o de pico das elevações são os ângulos mais importantes que são encontrados na literatura sobre superfícies técnicas são o quarto fator de avaliação de uma superfície.

De especial significado para a superfície de uma guia, por exemplo, é o ângulo de encosta das elevações, também conhen-

A primeira informação que deve ser fornecida a respeito de uma superfície é a ordem de grandeza de suas amplitudes e de seus períodos. O parâmetro mais adequado para os desvios geométricos pode ser escolhido através das medições e comparações dos diversos parâmetros para diferentes processos de fabricação /1/.

2.2 Tipo de Perfil

Superfícies com mesma ordem de grandeza de amplitudes e períodos podem ser completamente distintas. Este segundo fator de avaliação "tipo de perfil" é portanto indispensável para a caracterização de uma superfície. Os parâmetros que podem distinguir os diferentes tipos de perfis são entre outros: a distribuição das amplitudes da superfície; coeficiente de simetria da curva de distribuição; curtose; curva de Abbott; função de correlação; função Beta; análise de Fourier.

2.3 Dependência da Direção

Cada tipo de função exige uma textura superficial diferente. Para uma superfície de vedação como no caso de flanges, por exemplo, os sulcos devem ser perpendiculares à direção de uma possível fuga. Já para a superfície de uma guia foi verificado que o comportamento de desgaste é mais propício quando a direção dos sulcos (na guia) é paralela à direção de deslizamento e transversal em relação ao contra corpo, devido a um melhor poder de retenção do lubrificante /3/. Para um perfeito desempenho da função é portanto também fundamental a verificação da direção dos sulcos e não apenas ter-se um valor adequado de rugosidade.

A dependência da direção de medição está intimamente ligada com a textura da superfície /4/. Com os métodos da função de auto-correlação e correlação transversa é possível se determinar quantitativamente a dependência da direção /1/.

2.4 Ângulos

Os ângulos de inclinação, de abertura das reentrâncias e o de pico das elevações são os ângulos mais importantes que são encontrados na literatura sobre superfícies técnicas são o quarto fator de avaliação de uma superfície.

De especial significado para a superfície de uma guia, por exemplo, é o ângulo de encosta das elevações, também conhen-

cido como ângulo de inclinação ou declive. Este ângulo é de grande influência na formação da cunha de lubrificante. Este ângulo deve ser calculado na região central do perfil.

2.5 Reentrâncias

As reentrâncias (como fendas profundas ou depressões) da superfície para dentro do material não são observadas pelos parâmetros usuais da superfície. Diferentes superfícies usinadas com caracter platafórmico e valor de Rz aproximadamente iguais podem ter diferentes profundidades de reentrâncias /1/. As reentrâncias ou a região de reentrâncias do perfil de uma superfície são pois o quinto fator de avaliação de uma superfície. Dependendo da função da superfície esta região deve ser maior ou menor, mais ou menos profunda.

2.6 Elevações

Da mesma forma como as reentrâncias, as elevações também não podem ser observadas pelos parâmetros usuais das superfícies. Elevações arredondadas ou pontiagudas dão à superfície diferentes propriedades que podem ser boas ou más para uma determinada função. As elevações ou região de picos do perfil de uma superfície são o sexto fator de avaliação de uma superfície. A capacidade de uma guia de suportar carga, por exemplo, é tanto melhor quanto mais arredondados forem os cantos das elevações de sua superfície.

3. Conclusões

Uma superfície técnica pode ser descrita através dos seis fatores de avaliação aqui apresentados. Através destes seis fatores pode-se definir uma superfície ideal ao preenchimento de uma função. As influências do complexos de usinagem sobre estes fatores foi analisada com o objetivo de se garantir uma maior aproximação entre as superfícies ideais e reais /1/.

4. Bibliografia

/1/ Mesquita, N.G.M. "Avaliação e Escolha de uma Superfície Segundo sua Função e Fabricação", Tese de Doutorado, UFSC, Abril de 1992.
/2/ N.N. "DIN/ISO 1302", Editora Beuth, Berlin 1980.
/3/ Noppen, G.;Sigalla, J. "Technishe Oberfläche", Editora Beuth, Berlin, 1985.
/4/ N.N. "DIN 4761", Editora Beuth, Berlin 1978.

ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REVESTIMENTO FULGET EM FACHADAS EXTERNAS

Professor Doutor HÉLIO ADÃO GREVEM

Eng. Civil e Mestrando ARNALDO MANOEL PEREIRA CARNEIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

SUMÁRIO

- INTRODUÇÃO
- MÉTODO DE ESTUDO
- ANÁLISE DOS DADOS
- CONCLUSÕES

INTRODUÇAO

O uso de fulget como revestimento final em fachadas externas tem se acentuado na construção contemporânea devido às vantagens associadas a este revestimento, em especial a redução na exigência de manutenções regulares como em revestimentos com pintura.

Entretanto, a técnica usual de aplicação do fulget apresenta algumas características que tornam difícil e onerosa a utilização deste revestimento.

Visando o desenvolvimento tecnológico desta técnica de construção foi realizado um estudo exploratório a partir de três aspectos importantes a serem avaliados.

1- o uso do pó de cimento para acelerar a pega na superfície do fulget, agindo como mata-borrão, significa um aumento no custo do revestimento porque este pó de cimento é perdido na forma de nata quando da lavagem final;

2- a nata de cimento que escorre durante a lavagem do fulget vai em direção aos ralos e tubulações de esgoto, endurecendo posteriormente no seu interior e causando obstruções;

3- o uso do pó de cimento como mata-borrão tem o efeito de acelerar o endurecimento do fulget, após sua aplicação; com este procedimento o fulgeteiro afirma diminuir o tempo de aplicação do revestimento, que é demasiado longo e provoca uma baixa produtividade no serviço.

Analisa-se como alternativa o uso de cloreto de cálcio como acelerador de pega na mistura de cimento, granilha e água, procurando finalmente eliminar o uso do pó de cimento como mata-borrão e reduzindo também o tempo de aplicação do revestimento.

MÉTODO DE ESTUDO

Foram realizados testes nas seguintes condições:

1- dissolução do cloreto de cálcio na água de amassamento previamente dosada;

2- utilização de uma parede sujeita a ação de intempéries;

3- utilização como base preparada do mesmo emboço após 28 dias de sua aplicação, como na técnica convencional;

4- utilização do mesmo fulgeteiro durante todo o trabalho;

5- limitação das amostras de fulget por juntas de dilatação, em área aproximadamente de 1m2, como na técnica convencional;

6- medição prévia de todos os materiais com base nas dosagens de costume utilizadas pelo fulgeteiro;

7- mistura manual do cimento, granilha e solução de cloreto de cálcio dissolvido em água pelo próprio fulgeteiro.

Foram feitas oito amostras da adição de cloreto de cálcio na mistura do fulget.

ANALISE DOS DADOS

Analisou-se o tempo total de atividade para aplicação do fulget, a concentração do cloreto de cálcio, medida como percentual sobre o peso do cimento, e a quantidade de pó de cimento usada como mata-borrão. No quadro 1 estão relatados os resultados observados.

	h	%	kg
QUADRO	TEMPO DO PROCESSO	CONCENTRAÇAO DE CLORETO	PO DE SECAGEM
A-1	3h30min	0,43%	2kg
A-2	2h14min	0%	3kg
A-3	2h33min	2,25%	1kg
A-4	2h42min	5%	1kg
A-5	3h21min	0%	1kg
A-6	1h27min	10%	0,5kg
B-1	1h03min	20%	0kg
B-2	33min	20%	0kg

De acordo com o quadro de resultados foram verificadas as seguintes correlações:

- com o uso do cloreto de cálcio em quantidades progressivas houve uma diminuição na quantidade de pó de cimento utilizado como mata-borrão;

- o tempo total de atividade para aplicação do revestimento diminui com o aumento do cloreto de cálcio;

- o trabalho desenvolvido pelo INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO, intitulado EL CLORURO CALCICO COMO ACELERADOR EN LA PREFABRICACION DE HORMIGON (1958) por J. CALLEJA CARRETE conclui que o cloreto de cálcio em concentrações abaixo de 1,5% em relação à massa de cimento age como retardador de pega no cimento, fato coincidente neste estudo;

- a ordem de mistura dos materiais (cimento, granilha e a solução, cloreto de cálcio dissolvido em água) para uma mesma concentração de cloreto de cálcio é importante no tempo de atividade.

CONCLUSÕES

Como tentativa para alterar a atividade de aplicação de fulget o trabalho teve resultados expressivos:

- primeiro, está na verificação da possibilidade da eliminação por completo do uso de pó de cimento para secagem do fulget como mata-borrão;

- segundo, na possibilidade de diminuição do tempo de aplicação (da mistura até a lavagem) se comparado com o procedimento convencional, sem aditivo.

Depois de 28 dias da aplicação, não foram observadas falhas nos quadros, tais como descolamento ou mudança de coloração da granilha (manchas).

Neste primeiro estudo vimos ser possivel a adição de acelerador de pega para melhorar a eficiência na técnica do fulget. Porém, outras variáveis como temperatura e umidade do ar podem ter influência significativa no desempenho desta técnica.

Adverte-se, entretanto que o uso de cloreto de cálcio em grandes concentrações, torna-se um risco para metais que estejam expostos a ele. Desta maneira destacamos que precisam ser feitos novos estudos para podermos aplicar com segurança o cloreto de cálcio como acelerador de pega da mistura do fulget, verificando a migração do cloreto através do emboço, e a taxa de eliminação cloreto de cálcio por exposição a intempéries.

APLICAÇÃO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (Ex.: BARRAGENS)

JOÃO CARLOS CHAVES

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Campus de Presidente Prudente
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

2 MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (Ex.: BARRAGENS)

3 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS

4 EXEMPLO PRÁTICO DA UTILIZAÇÃO DO GPS NO CONTROLE DE DEFORMAÇÕES DE BARRAGENS

5 CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APLICAÇÃO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (Ex.: BARRAGENS)

JOÃO CARLOS CHAVES

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Campus de Presidente Prudente
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

2 MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (Ex.: BARRAGENS)

3 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS

4 EXEMPLO PRÁTICO DA UTILIZAÇÃO DO GPS NO CONTROLE DE DEFORMAÇÕES DE BARRAGENS

5 CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 INTRODUÇÃO

O estudo do comportameno das estruturas de engenharia tem aumentado significativamente nos últimos anos. Segundo Silva [19--], obras de engenharia como grandes pontes, barragens, turbinas ou grandes cilindros, entre outras, deformam com o passar do tempo, motivadas normalmente por causas externas, tais como fatores climáticos, marés, vibrações as mais diversas e outras. As medidas destas deformações fornecem informações importantes para a análise do comportamento estrutural e para o controle de segurança das obras.

2 MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA (EX: BARRAGENS)

O monitoramento de estruturas de engenharia tem aumentado nas últimas décadas (Heck, 1984), especialmente em rupturas de barragens, envolvendo consideráveis danos materiais e humanos.

Barragens de aterro e concreto estão constantemente sujeitas a deslocamentos e deformações (Casaca, 1984), devido a natureza de sua construção e influências externas. Um dos fatores básicos causadores de rupturas de barragens é a quantidade de água represada.

A vigilância de segurança das barragens de terra, enrocamento ou de concreto, é uma atividade contínua, iniciando com o primeiro enchimento do lago e estendendo-se por toda a sua existência; inclui inspeção visual e monitoramento de instrumentação.

Além da instrumentação disponível, métodos geodésicos também são utilizados nos controles das barragens. Nas décadas de 40 e 50 já se enfatizava a triangulação geodésica como a única ferramenta de pesquisa no controle de estrutura, conforme Giussani citado por Chen (1983). Mesmo hoje, os métodos geodésicos são utilizados para obter o estado global de um corpo deformável, embora muitos instrumentos específicos tem sido desenvolvidos atualmente.

3 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GPS

O sistema GPS vem sendo desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, desde 1973, e que baseia-se na transmissão de sinais de rádio emitidos por satélites GPS, propiciando a determinação da posição tridimensional do receptor.

As principais características deste sistema são:

a) constelação de 25 satélites (21 operacionais e 3 reservas);
b) 6 planos orbitais;
c) órbitas circulares;
d) altitudes de 20.183km;
e) período orbital de 12 horas siderais;
f) estação de controle mestra em Colorado Springs (EUA);
g) número mínimo de 4 satélite acima do horizonte.

Cada satélite transmite dois sinas na frequência da banda-L. Estas frequências ou portadoras são moduladas por dois códigos de dados (mensagem de navegação). Os códigos permitem o cálculo do tempo de percurso do sinal emitido pelo satélite até o receptor, através de um processo de correlação.

A posição de um ponto na superfície da terra pode ser obtida através do GPS, utilizando-se um dos códigos ou a portadora.

4 EXEMPLO PRÁTICO DA UTILIZAÇÃO DO GPS NO CONTROLE DE DEFORMAÇÃO DE BARRAGENS

O método de levantamento utilizado nesta prática foi o cinemático, inicializando-se com uma troca de antena para solucionar o problema da ambiguidade. Depois de resolvido a ambiguidade, o receptor fixo permanece num marco básico(MB), enquanto o receptor móvel movimenta-se para o marco superficial(MS) que será controlado. Durante este trajeto não deve existir nenhuma perda de sintonia com os satélites. Quando chegar no marco superficial, aguarda-se alguns minutos (p.ex.: cinco minutos) e só então con-

tinua o levantamento.

Os resultados obtidos até o momento não são os esperados, pois o tempo de rastreio nos marcos superficiais foi inferior a cinco minutos.

Pretende-se alcançar os resultados desejados intensificando as observações GPS durante a segunda fase de enchimento do lago da barragem de Taquaruçu/Cesp.

5 CONCLUSÕES

A utilização do GPS no monitoramento de estruturas de engenharia pode vir a ser um novo método de levantamento de vigilância das obras.

Através do modo de posicionamento estático diferencial pode-se alcançar variações nas grandezas dx, dy e dz da ordem de alguns milímetros, o que representa uma grande contribuição para o controle da estrutura. Com o modo cinemático espera-se alcançar precisões da ordem do centímetro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASACA, J. Precision traverses in inspection galleries. In: Proceedings of the International Conference on Safety of Dams. Coimbra, april 1984.

CHEN, Y. Analysis of Deformation Surveys - Generalized Method. Department of Surveying Eng. Technical Report n.94 Univ. of New Brunswick, Fredericton, Canada, april 1983.

HECK, B. Monitoring dam deformations by means of geodetic control networks. In: Proceeding of the International Conference on Safety of Dams . Coimbra, april 1984.

SILVA, T.F. Novos métodos geodésicos na medição de deformação e deslocamentos. Notas não publicadas. [19--].

ESCAVAÇÃO DE UM TÚNEL EM SOLO ARENOSO. USO DE UM MODELO NÃO LINEAR.

Mitsuo Tsutsumi
Escola de Engenharia de São Carlos - USP

SUMÁRIO

O trabalho ilustra uma análise bidimensional de uma escavação de um túnel em solo arenoso por meio do método dos elementos finitos empregando um modelo constitutivo que descreve o comportamento elastoplástico com endurecimento do maciço.

Apesar das limitações de uma análise bidimensional, achou-se que este exemplo poderia fornecer informações adicionais em relação a uma análise linear tridimensional. Além disso, verificou-se o desempenho de um programa automático elaborado para simular escavações. Os resultados obtidos foram comparados com aqueles apresentados por Botti e outros (1988). Estes autores empregaram um modelo constitutivo denominado por conveniência de "Lamber", cuja apresentação e discussão estão fora dos objetivos deste trabalho.

1.INTRODUÇÃO

Pelo fato do comportamento dos solos ser extremamente complexo, os modelos que reproduzem um grande número de fenômenos apresentam uma estrutura teórica muito complexa. Além disso, existe uma virtual impossibilidade de se determinar valores apropriados das constantes a partir de ensaios mais comuns, especialmente quando se trata de materiais granulares. Por causa de tais dificuldades, as teorias mais elaboradas tendem a ser substituidas por outras mais simples, caracterizadas por um número reduzido de parâmetros que possam ser definidos através de ensaios de rotina. Tendo-se em vista estas características, o exemplo apresentado a seguir procura ilustrar a potencialidade do modelo empregado.

2. CONDIÇÃO GEOLÓGICA LOCAL

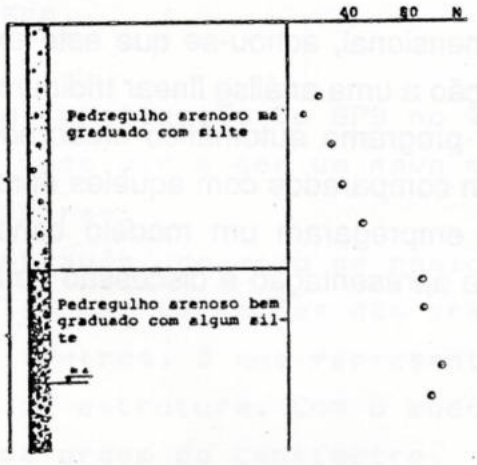


Figura 1) Perfil simplificado do terreno.

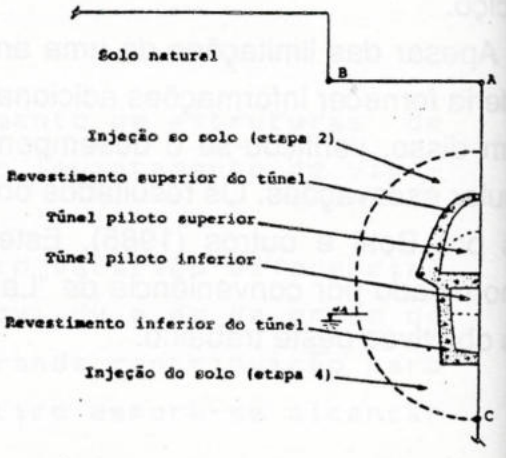


Figura 2) Seção transversal do sistema.

Os parâmetros utilizados nesta análise foram adotados com base nas informações disponíveis, Figura 1. Para o modelo elastoplástico perfeito, o valor do módulo de Young foi definido pela expressão proposta por D'Appolonia e outros (1970) : E=21,6+1,06N, sendo N o número de golpes SPT e E em MPa. O coeficiente de Poisson foi admitido ser igual a 0,25. Os valores dos ângulos de atrito foram definidos a partir da relação empírica proposta por Bazaraa (1967) : para a camada superior ϕ=35° e a inferior ϕ=38,5°

A massa do solo submetida à injeção foi suposta apresentar um comportamento elastoplástico perfeito, com módulo elástico igual a 210 MPa. Os demais parâmetros

adotados foram : 0,25, 35º e 0,2 MPa, respectivamente, para o coeficiente de Poisson, ângulo de atrito interno e coesão.

3. SEQUÊNCIA PARA SIMULAÇÃO DA ESCAVAÇÃO

Pelo fato da escavação de um túnel envolver uma sequência complexa de operações, decidiu-se simular a escavação em 8 etapas, partindo do estado inicial (Figura 2), cujas características são as seguintes :

1. Escavação de um túnel piloto com revestimento de concreto projetado.

2. Injeção na camada do solo envolvente do perfil superior da escavação e a soleira do túnel inferior. Injeção da camada do solo com espessura de 3,5m em torno do túnel.

3. Escavação do túnel superior, com revestimento de concreto projetado e estrutura nervurada provisória de aço.

4. Injeção da camada do solo com 2,0m de espessura abaixo do piso do túnel inferior.

5. Concretagem do piso do túnel superior e revestimento do teto.

6. Escavação do túnel piloto com 3,0m de largura abaixo da placa do piso superior; o fundo deste túnel coincide com o nível d'água; superfícies de escavação mantidas sem revestimento, cuja estabilidade depende apenas da coesão aparente do solo.

7. Escavação do túnel inferior; paredes revestidas provisoriamente com estruturas de aço e concreto projetado.

8. Concretagem do piso e paredes laterais do túnel inferior.

Os cálculos foram executados admitindo-se um modelo de deformação plana. Partindo das condições geostáticas impostas, as operações de escavação, injeção e concretagem foram representadas pela "ativação" e "desativação" de elementos finitos, o que corresponde à remoção e aplicação das respectivas forças de massa.

A instalação do revestimento provisório é simulada simultâneamente com a escavação do túnel. Desta maneira, despreza-se o recalque que ocorre numa zona do maciço posterior à frente de escavação. O valor deste recalque foi determinado por meio de um ciclo completo de cálculos por elementos finitos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

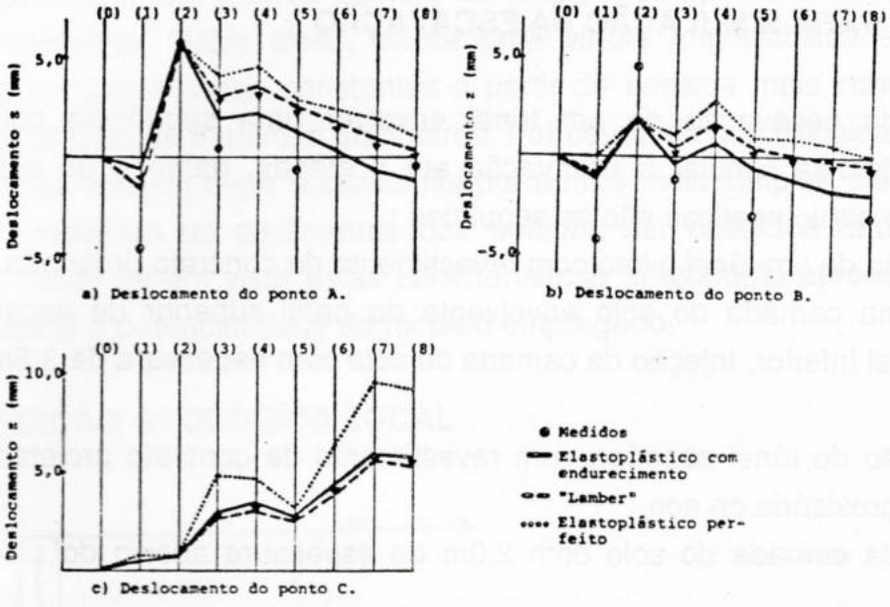


Figura 3) Comparação dos deslocamentos.

As Figuras 3a, 3b e 3c mostram os deslocamentos verticais calculados para os tres pontos escolhidos : A, B e C (Figura 2), em relação aos recalques medidos para as 8 etapas de construção. Estas Figuras mostram que os resultados calculados alcançaram uma concordância satisfatória com os recalques medidos. No entanto, durante as etapas de escavação, os movimentos verticais calculados foram maiores do que os observados devido ao baixo valor do módulo de elasticidade adotado.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

No exemplo apresentado foi empregado um modelo elastoplástico com endurecimento adotando-se um número mínimo de parâmetros constitutivos para contornar algumas dificuldades matemáticas do modelo.

A presente aplicação demonstra que os parâmetros constitutivos podem ser derivados pela combinação de informações esparsas originárias de ensaios SPT, relações empíricas entre número de golpes de um ensaio à percussão e parâmetros geotécnicos e experiência adquiridas previamente em ensaios de laboratório.

BIBLIOGRAFIA

ATTEWELL,P.B. e WOODMAN,J.P. (1983) - Predicting the dynamics of ground settlement and its derivatives caused by tunnelling in soil. Ground Engineering, vol.15, No.8,p.13-22+36.

ATTEWELL,P.B. e YEATES,J. (1984) - Tunnelling in soil. In ground movements in engineering. Eds. P.B.Attewell e R.K. Taylor, Blackie and Sons Ltd., Glasgow.

CELEBRO,A.C.M., CAMPANHÃ,C.A. e MELLO,L.G.F.S. (1986) - Túnel da Lagoinha - Método construtivo e comportamento observado. VII Congr. Brasil. Mec. Solos e Eng. Fund., Porto Alegre, RS, 12-16 outubro, p.187-195.

KIMURA,M.A. (1981) - Surface displacements due to tunnelling. Simpósio sobre túneis e escavações em solo, ABMS, S.Paulo, 27-29 abril, p.153-195.

TSUTSUMI,M. (1983) - Tunnelling in soil: movements and structu-res. Ph.D. thesis, University of Durham.

TSUTSUMI,M. (1991) - Estimativa para previsão de deformações do solo provocadas por escavações de túneis e o seu efeito sobre tubulações enterradas. Tese de Livre Docência, Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

PADRÕES DE PRODUÇÃO A PARTIR DE APONTAMENTOS DE MÃO DE OBRA

JOSÉ LUIZ CONTADOR
Faculdade de Engenharia da UNESP
Campus de Guaratinguetá-SP

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia da UNESP
Campus de Guaratinguetá-SP

SUMÁRIO

Apresenta-se neste trabalho uma nova técnica de obtenção de padrões de produção a partir dos dados de apontamento de mão-de-obra tratados estatisticamente. A técnica fornece resultados confiáveis, em curto período de tempo e a baixíssimo custo. Sua aplicação se dá nos trabalhos comandados pelo homem, cujo ciclo de operação não seja demasiadamente longo e onde a produção se processa em lotes. São relatados os resultados práticos alcançados pelos autores na sua aplicação em uma empresa de fundição em alumínio de médio porte.

PADRÕES DE PRODUÇÃO A PARTIR DE APONTAMENTOS DE MÃO DE OBRA

JOSÉ LUIZ CONTADOR
Faculdade de Engenharia da UNESP
Campus de Guaratinguetá-SP

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia da UNESP
Campus de Guaratinguetá-SP

SUMÁRIO

Apresenta-se neste trabalho uma nova técnica de obtenção de padrões de produção a partir dos dados de apontamento de mão-de-obra tratados estatisticamente. A técnica fornece resultados confiáveis, em curto período de tempo e a baixíssimo custo. Sua aplicação se dá nos trabalhos comandados pelo homem, cujo ciclo de operação não seja demasiadamente longo e onde a produção se processa em lotes. São relatados os resultados práticos alcançados pelos autores na sua aplicação em uma empresa de fundição em alumínio de médio porte.

1. INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância que possui para a indústria o conhecimento de seus padrões de produção, pois é uma informação de generalizada aplicação em todos seus níveis hierárquicos.

Embora a técnica de cronometragem seja perfeitamente adequada aos propósitos do estudo do trabalho, ela é imprópria para a determinação de padrões devido principalmente aos três motivos seguintes (Contador e Contador, 1990):
a) morosidade; b) alto custo; c) especificidade.

Assim, o desenvolvimento de novas técnicas de determinação de tempos de fabriação que possam fornecer resultados confiáveis, a baixo custo e em tempo hábil, trará inestimáveis benefícios ás indústrias.

Dentro deste objetivo, Contador e Contador (1990) apresentaram uma nova técnica que se aplica aos casos onde o processo de fabricação é comandado pela máquina. Neste trabalho, apresenta-se uma outra técnica de determinação de padrões, rápida e de baixíssimo custo, aplicável aos trabalhos comandados pelo homem, cujo ciclo de operação (tempo por peça) não seja demasiadamente longo, e onde a produção se dá em lotes. Quanto maior a diversificação de produtos, maior a vantagem desta técnica.

A maior vantagem desta técnica talvez seja o fato dela permitir tratar de forma satisfatória os casos de operações onde predomina o trabalho artesanal, o que dificulta o desenvolvimento, o registro e a padronização de métodos de trabalho para, em decorrência, obter seu tempo-padrão. Como é baseada numa coletânea muito grande de dados, a técnica fornece resultados mais confiáveis e de maior credibilidade do que aqueles que seriam obtidos, por exemplo, pela técnica de cronometragem.

Os autores aplicaram esta técnica numa empresa de fundição em alumínio, cujas operações típicas são, entre

vazamento de metal fundido em coquilha, extração de machos, serração de canais, rabarbação, lixação, desempenamento de peças e teste de vazamento. Ao final de seis meses, sem nenhum recurso humano extra, foi possível obter padrões confiáveis para cerca de 4 mil operações responsáveis por mais de 80% do tempo de mão-de-obra direta aplicada pela empresa. Se se adotasse a técnica de cronometragem, uma equipe de três cronometristas consumiria cerca de 30 meses neste trabalho (Contador e Contador, 1990).

2. DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE PRODUÇÃO

Para a aplicação da técnica em questão é necessário que a empresa disponha de um sistema de apontamento de mão-de-obra implantado. Aplicando um tratamento estatístico aos dados obtidos do apontamento, determina-se os padrões procurados.

Seja X a variável aleatória composta dos valores x_{ij}, onde cada x_{ij} é a quantidade de peças trabalhadas durante o i-ésimo intervalo de tempo, $i=1,2,..,m_j$, extraída do apontamento de mão-de-obra $j, j=1,2,..,n$. Os valores de x_{ij} devem ser coletados dos apontamentos de mão-de-obra levantados ao longo de um certo período de tempo de forma a se obter valores suficientemente grandes para n e m_j. Normalmente, os apontamentos são feitos na própria "ficha de mão-de-obra", que constitui a ordem para o operador executar uma dada operação. Assim, apontamentos sobre uma dada operação podem ser encontradas em várias fichas de mão-de-obra ao longo de um dado período, por exemplo de um mês.

Os passos seguintes fornecem a metodologia para obtenção dos parâmetros utilizados na determinação do padrão de produção de uma dada operação:

Passo 1. Teste se as variáveis $x_{i,j}$, $i=1,2,..,m_j$ e $j=1,2,..,n$ podem ser consideradas pertencentes à distribuição normal de probabilidades.
Caso afirmativo, faça $x_{ij}=x_{kj}$;, $k \equiv i$, $K_j=m_j$, $r=1$ e siga

ao passo 3.

Caso contrário, vá ao passo 2.

Passo 2. Agrupe os valores de x_{ij}, para cada j, em K_j classe de r elementos cada, e determine, para cada classe k, $x_{kj} = \frac{1}{r} \sum_{i \in k} x_{ij}$, $k=1,2,\ldots,K_j$ e $j=1,2,\ldots,n$

Passo 3. Calcule:

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{k=1}^{K_j} x_{kj}/K_j, \quad \bar{\bar{x}} = \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_j/n \quad \text{e}$$

$$s = \frac{1}{c_2} \left[\sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{K_j} (x_{kj} - \bar{\bar{x}})^2 / (nK_j - 1) \right]^{1/2}$$ onde c_2 é o fator de correção do vício da estimativa de σ, e determine $L(x) = \bar{\bar{x}} + 3s$ e $l(x) = \bar{\bar{x}} - 3s$

Passo 4. Elimine os valores de x_{kj} tais que $x_{kj} \leq l(x)$ e $x_{kj} \geq L(x)$ e retorne ao passo 3.

Caso $l(x) \leq x_{kj} \leq L(x)$ para todo k e j, faça $\mu(x) = \bar{\bar{x}}$ e $\sigma(x) = (\sqrt{r})\, s$ e pare.

Na maioria das vezes, os valores x_{ij} se distribuirão segundo uma normal. Quando isto não ocorre, um valor de r=3 ou 4 já é suficiente para assegurar a normalidade de x_{kj}.

Com os valores de $\mu(X)$ e $\sigma(X)$ determinados pelo procedimento descrito acima, pode-se obter o padrão de produção para a operação em questão, através de critérios que sejam adequados aos objetivos desejados. Com o objetivo de controlar a eficiência da mão-de-obra, dois critérios serão destacados a seguir: **o critério do melhor rendimento e o critério da probabilidade α.**

Pelo critério do melhor rendimento, o padrão de produção P_η da operação, dado em quantidade de peças operadas num dado intervalo de tempo, será dado por $P_\eta = \max(\bar{x}_j)$ para todo j tal que m_j seja suficientemente grande, por exemplo $m_j \geq 4$. Este critério fundamenta-se na possibilidade de todos os operadores acompanharem o rendimento do operário mais

eficiente, possibilita identificar este homem e, possivelmente, estender seu método de trabalho aos demais. Está implícito que se a empresa não dispõe de padrões de produção, também não dispõe de métodos de trabalho padronizados.

Pelo critério da probabilidade α, o padrão de produção será dado por $P_\alpha = \mu(X) + Z_\alpha \sigma(X)$, onde $Z_\alpha \varepsilon N(0,1)$, tal que $P[Z > Z_\alpha] = \alpha$. Este critério fundamenta-se na possibilidade de sempre se repetir a eficiência documentada naqueles α% dos apontamentos de maior rendimento.

Para efeito de controle de eficiência com objetivo de aumento da produtividade de mão-de-obra, não é aconselhável fixar o padrão pela média da população, isto é, $P = \mu(X)$, pois, nesses casos, cerca de 50% das vezes em que a operação é executada, sua eficiência será maior que 100%. Este fato tira do padrão a propriedade de se constituir num instrumento de incentivo ao aumento da produtividade de mão-de-obra.

Para outros fins porém, como por exemplo, elaboração do plano mestre, avaliação da capacidade de produção, estimativa do custo real, dimensionamento de lotes, programação da produção, deve-se utilizar a média da população. Para esses fins, lança-se mão portanto da "Eficiência Média da Operação" dada por $\mu(X)/P$, o que é muito comum nas empresas que adotam padrão de produção como meta, que é o caso em questão.

Esta técnica prevê a constante revisão do padrão até que a dispersão entre os apontamentos caia a valores aceitáveis, quando então o processo estará encerrado (vide Contador e Contador, 1992).

3. UM CASO DE APLICAÇÃO

Os autores aplicaram esta metodologia numa empresa de fundição em alumínio, onde existiam cerca de 4000 operações. Com base em apontamentos colhidos ao longo de 2 meses foi possível aplicar a metodologia aqui descrita sobre um volume de operações responsáveis por cerca de 95% de tempo de mão-de-obra direta.

Definiu-se x_{ij} como a quantidade de peças operadas no i-ésimo intervalo de tempo com extensão igual a 1 hora extraída do apontamento j. Estes valores apresentaram distribuição normal de probabilidades. Aqueles apontamentos com período de trabalho inferior a 1 hora foram excluídos.

Após o segundo mês adotou-se:

1. o critério do melhor rendimento para as operações tais que:
a) $m_j \geq 4$ e $n \geq 3$, e
b) $P_\eta > P_\alpha$, α=20%;
2. o critério da probabilidade α, para α = 15%, se as condições (a) e/ou (b) anteriores não fossem satisfeitas.

Nos 4 meses subsequente, os padrões foram "validados" (vide Contador e Contador, 1992) quando chegou-se então, ao final do sexto mês, com os padrões confiáveis para quase a totalidade das operações, tendo-se adotado o critério da Probabilidade α, com α = 10%.

Se os padrões fossem determinados pela técnica tradicional de cronometragem, custaria à empresa cerca de 200 mil dólares e consumiria cerca de 30 meses com uma equipe de 3 cronometristas (vide Contador e Contador, 1990). Ao final de seis meses, a técnica aqui descrita originou os mesmos resultados a um custo de aproximadamente 25 mil dólares.

AGRADECIMENTO

O primeiro autor deseja agradecer o suporte financeiro do CNPq sob o contrato nº 302046/88-7.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTADOR, J.L. e **CONTADOR, J.C.**; Padrões de Fabricação a Partir do Modelo Matemático da Máquina. XI Seminário Anual Adunesp. Guaratinguetá, nov.90.

CONTADOR, J.L. e **CONTADOR, J.C.**; Validação de Padrões de Produção Obtidos a Partir de Apontamentos de Mão-de-Obra. XII Seminário de Ciências Exatas e Engenharias (em análise). Guaratinguetá, nov.92.

O METODO DETESC PARA CÁLCULO E GERENCIAMENTO DA TARIFA DOS ÔNIBUS NAS CIDADES MÉDIAS E PEQUENAS

ADRIANA GUASTI XAVIER(*)
ANTONIO CLÓVIS PINTO FERRAZ(**)
CLÁUDIO ZANELLA(***)

(*) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP;
(**) Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP;
(***) Colsultor independente.

SUMÁRIO

Neste trabalho são colocados os principais problemas existentes nos métodos EBTU/GEIPOT e ANTP para cálculo da tarifa dos ônibus urbanos, e mostrando o melhor desempenho do método DETESC da USP. Por último são comparados e analisados os resultados fornecidos por esses métodos e os valores utilizados em algumas cidades médias e pequenas do país.

1. INTRODUÇÃO

O método de cálculo da tarifa do transporte coletivo urbano por ônibus desenvolvido pela EBTU/GEIPOT em 1982 foi utilizado por praticamente todas as cidades brasileiras no passado. Contudo, as alterações ocorridas na legislação trabalhista e tributária, na tecnologia dos ônibus e na própria economia do país, ao longo dos últimos anos, fizeram com que alguns coeficientes, índices e procedimentos adotados no método EBTU/GEIPOT não mais representem de forma satisfatória a realidade.

Tentando corrigir essas distorções, a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) publicou em 1990 uma versão modificada do método EBTU/GEIPOT. Todavia, muitos dos problemas apresentados pelo método EBTU/GEIPOT continuam a existir no método ANTP.

Em razão dos problemas apresentados por esses métodos, as tarifas de ônibus na maioria das cidades médias e pequenas do país deixaram de ser fixadas com base nos valores calculados através das planilhas "oficiais" EBTU/GEIPOT e ANTP. Os valores passaram a ser fixados em função das tarifas em vigor nas cidades maiores ou nas cidades vizinhas. Além das distorções dos valores fixados em virtude de uma falta de base de referência confiável, abriu-se por completo a possibilidade de práticas de demagogia e nepotismo.

Visando aperfeiçoar o cálculo da tarifa dos ônibus nas cidades médias e pequenas, corrigindo os problemas apresentados pelos métodos EBTU/GEIPOT e ANTP, foi desenvolvido o método DETESC, publicado em 1991. Neste trabalho é apresentado uma síntese dos problemas apresentados nos métodos EBTU/GEIPOT e ANTP e as correções introduzidas pelo método DETESC.

2. PROBLEMAS DOS MÉTODOS EBTU/GEIPOT E ANTP

Os problemas apresentados pelo método EBTU/GEIPOT são os seguintes: O coeficiente máximo de consumo de combustível não se aplica ao caso dos ônibus alongado e padron, comum hoje nas cidades médias e pequenas; O procedimento de cálculo do

gasto com a rodagem não permite contemplar os pneus maiores que são empregados nos ônibus alongado e padron; O procedimento de cálculo do custo de depreciação é incorreto, beneficiando os empresários; A vida útil dos veículos de 7 anos não representa satisfatoriamente o que ocorre nas cidades médias e pequenas, nas quais os ônibus permanecem com boa qualidade até da ordem de 10 anos; O método não permite que seja feita a depreciação e a remuneração do capital utilizado na reforma dos ônibus, ação economica e socialmente viável no país; A taxa de 12% ao ano preconizada para cálculo de remuneração do capital está muito longe da taxa livre de risco praticada nos últimos anos no mercado financeiro do país (25% a 40% ao ano); Os fatores de utilização para cálculo do gasto com pessoal estão distantes dos valores hoje normalmente utilizados; Não são contabilizados os ganhos e perdas financeiras das empresas operadoras, em decorrência da inflação; O método não considera os impostos e taxas atualmente incidentes sobre o faturamento bruto das empresas: Finsocial, PIS, ISS e taxa de gerenciamento.

O método ANTP corrige algumas das distorções existentes no método EBTU/GEIPOT. Contudo, a maior parte dos problemas ainda permanece.

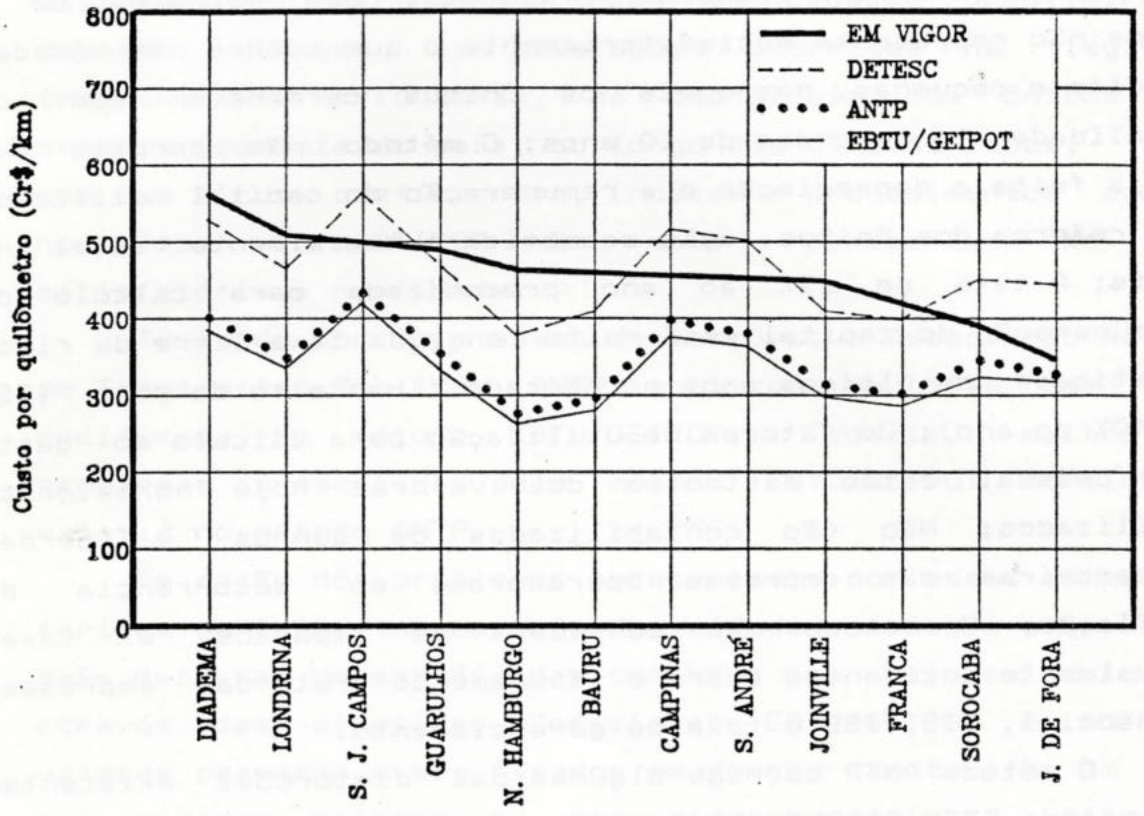
3. O MÉTODO DETESC

O método DETESC apresenta coeficientes e índices atualizados e incorpora procedimentos de cálculo mais racionais que os métodos EBTU/GEIPOT e ANTP, conduzindo, sem dúvida, a resultados mais adequados.

A comparação dos resultados obtidos pelos métodos EBTU/GEIPOT, ANTP e DETESC com os valores em vigor em 12 cidades brasileiras no mês de Agosto de 1991, permitem concluir que:

Os valores dos métodos EBTU/GEIPOT e ANTP são muito inferiores aos do método DETESC e aos custos praticados nas 12 cidades estudadas; Na média, os valores do método DETESC quase coincidem com os valores reais praticados nas 12 cidades analisadas. Se se admitir que os valores praticados, por força

do mercado, levam a um valor médio justo, pode-se concluir que o DETESC é, realmente, um método adequado para cálculo do custo do transporte por ônibus nas cidades médias e pequenas.



4. BIBLIOGRAFIA

1 - ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. *Gerenciamento de Transporte Público Urbano. Instruções Básicas*. V.1. São Paulo, ANTP, 1990.

2 - ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. *Boletim Estatístico*. São Paulo, Agosto, 1991.

3 - FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto et alii. *Cálculo e Gerenciamento da Tarifa dos ônibus nas Cidades Médias e Pequenas - DETESC*. São Paulo, 1991, 64p.

4 - MT - GEIPOT/EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos. *Instruções Práticas para Cálculo de Tarifas de ônibus Urbanos*. Brasília, 1982, 48p.

5 - XAVIER, Adriana Guasti. *Considerações sobre o Cálculo da Tarifa dos Ônibus nas Cidades Médias e Pequenas*. São Carlos, 1992, 95p. Dissertação de Mestrado.

O MÉTODO DE DECOMPOSIÇÃO SIMPLICIAL NO PROBLEMA DE ATUALIZAÇÃO DE MATRIZES

Tania Guillén de Torres
Prog. Eng. de Sist. e Comp. - COPPE - UFRJ
Caixa Postal 68.511 - Rio de Janeiro - 21945970
Luis Ernesto Torres-Guardia
Dpto. de Engenharia de Produção - UFF
Rua Passo da Pátria 156 - São Domingos
CEP 24210 - Niterói - RJ

Sumário Este trabalho apresenta o método de decomposição simplicial para resolver o problema de atualização de matrizes o qual é formulado como um problema de programação quadrática com restrições do tipo transporte, sendo geralmente um problema de grande porte.

O método de decomposição simplicial combina alternadamente a resolução de um subproblema linear de transporte e de um subproblema quadrático com uma única restrição cuja dimensão depende do número de pontos extremos gerados.

1 Introdução:

No problema de atualização de matrizes, deseja-se determinar uma matriz $\boldsymbol{X}$ de ordem $n \times m$, com elementos não negativos, e com totais de linhas s_i e de coluna d_j fixos, de tal modo que a "*distância*", entre a matriz $\boldsymbol{X}$ e uma outra matriz $\boldsymbol{X}^\circ$ conhecida, seja mínima.

Este tipo de problema aparece em diversas áreas, tais como, economia para atualizar matrizes insumo-produto; em estatística para estimar tabelas de contingência ou em problemas de ajuste de modelos quadráticos; em telecomunicações para atualização de matrizes de origem-destino, etc.

2 O Modelo:

Sejam x_{ij}^0 os elementos da matriz $\boldsymbol{X}^\circ$ conhecida, de ordem $n \times m$, e x_{ij} os elementos de $\boldsymbol{X}$, tais que:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = s_i, \qquad i = 1, \ldots, n \tag{2.1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = d_j, \qquad j = 1, \ldots, m \tag{2.2}$$

$$x_{ij} \geq 0, \qquad \forall (i,j) \tag{2.3}$$

onde $\sum_{i=1}^{n} s_i = \sum_{j=1}^{m} d_j$. Define-se $\mathbb{K}$ o conjunto de elementos $\boldsymbol{x} = (x_{ij})$, que satisfazem (2.1)- (2.3).

Existem diversas formas de definir uma "*distância*" entre as duas matrizes $\boldsymbol{X}$ e $\boldsymbol{X}^\circ$, neste trabalho se adota a distância quadrática.

O problema de atualização de matrizes é então formulado da seguinte forma, ver [1]:

$$\min f(x) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \gamma_{ij} (x_{ij} - x_{ij}^0)^2 = \boldsymbol{a}^t \boldsymbol{x} + \frac{1}{2} \boldsymbol{x}^t \boldsymbol{B} \boldsymbol{x} \tag{2.4}$$

$$\textit{sujeito a}: \qquad \boldsymbol{x} \in \mathbb{K}$$

onde γ_{ij} são os elementos positivos da matriz diagonal $\boldsymbol{B}$. O (2.4) é um problema de otimização quadrática, com restrições de conservação de fluxo em redes (do tipo transporte), e em casos reais, o problema é de grande porte com muitas variáveis e restrições.

3 O Algoritmo:

Entre os diversos algoritmos que resolvem problemas gerais de otimização em redes, apresenta-se o método de decomposição simplicial, ver [2] e [3], que resolve alternadamente um subproblema linear e um subproblema principal quadrático. Seja $W_{I\!K}$ o conjunto de pontos extremos retidos de $I\!K$, e $H(W_{I\!K})$ a envoltória convexa de $W_{I\!K}$ i.e.,

$$H(W_{I\!K}) = \{x / x = \sum_i \alpha_i y^i,\ \sum_i \alpha_i = 1,\ \alpha_i \geq 0,\ y^i \in W_{I\!K}\}$$

e $\nabla f(x) = a + Bx$, a gradiente da função objetivo (2.4). O algoritmo de decomposição simplicial para resolver o problema quadrático (2.4) é o seguinte:

Passo 0 : Inicialização

Seja $\overline{x} \in I\!K$ um ponto inicial viável, $W_{I\!K} = \{\overline{x}\}$

Passo 1 : Subproblema Linear

Seja $\tilde{y}$ a solução do seguinte subproblema de transporte:

$$\begin{array}{ll} \min & \nabla f(\overline{x})^t y \\ s.a. & y \in I\!K. \end{array}$$

Se $\nabla f(\overline{x})^t(\tilde{y} - \overline{x}) > 0$, então $\overline{x}$ é a solução ótima de (2.4).
Senão , $W_{I\!K} = W_{I\!K} \cup \{\tilde{y}\}$.

Passo 2 : Problema Principal

Seja $\overline{x}$ a solução do problema quadrático:

$$\begin{array}{ll} \min & a^t x + \frac{1}{2} x^t B x \\ s.a. & x \in H(W_{I\!K}) \end{array}$$

Elimina-se de $W_{I\!K}$ todos os pontos extremos cujo peso α_i é nulo. Ir ao passo **1**.

Observa-se que no passo **2**, se $x \in H(W_{I\!K})$, então

$$x = P\alpha, \qquad \sum_i \alpha_i = 1, \qquad \alpha_i \geq 0, \qquad \alpha = (\alpha_i)$$

onde P é uma matriz cujas colunas são os pontos extremos de $\mathbb{K}$. Desta forma, o problema principal transforma-se em um problema quadrático, dado por:

$$\begin{aligned} \min \quad & (P^t a)^t \alpha + \tfrac{1}{2}\alpha^t (P^t B P)\alpha \\ s.a. \quad & \textstyle\sum_i \alpha_i = 1 \\ & \alpha_i \geq 0 \end{aligned}$$

com uma única restrição, e onde o número de variáveis α_i é igual ao número de pontos extremos contidos em $W_{\mathbb{K}}$.

4 Experiência Computacional:

Um programa Fortran em dupla precisão foi implementado, no computador IBM 4381 do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), para resolver, através do algoritmo de decomposição simplicial, problemas de diferentes dimensões, mostrando-se eficiente para problemas de grande porte.

Referências

[1] Dembo, R., Mulvey, J. e Zenios, S.,"Large-Scale Nonlinear Network Models and their Applications", **Operations Research** 37, pp. 353-372, 1989.

[2] Hearn, D., Lawphongpanich, S. e Ventura, J.,"Restricted Simplicial Decomposition: Computation and Extensions", **Mathematical Programming Study** 31, pp. 99-118, 1987.

[3] Mulvey, J., Zenios, S. e Ahlfeld, D.,"Simplicial Decomposition for Convex Generalized Networks", **Journal of Information and Optimization Sciences** 11, Nº 2, pp. 359-387, 1990.

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA A ANÁLISE DE SISTEMAS ORIENTADA A OBJETOS

José Celso Freire Junior, DEL/FEG/UNESP

Maria Alice Grigas Varella Ferreira PEL/POLI/USP

RESUMO

Este trabalho apresenta uma ferramenta para a Análise de Sistemas Orientada a Objetos baseada na metodologia proposta por Coad e Yourdon. Esta metodologia refere-se ao processo de criação e implementação de sistemas com a utilização de linguagens orientadas a objeto. A ferramenta CASE ("Computer Aided Software Enginnering") constitui-se de um ambiente gráfico acionado através de mouse e icones, e foi desenvolvida em linguagem C++[3], aplicando a filosofia de objeto. A motivação para a criação da ferramenta, foi o intuito de facilitar ao usuário o trabalho de desenvolvimento de software, possibilitando a criação de um modelo de sistema estável ao longo do tempo, de uma maneira prática e agradável.

1. INTRODUÇÃO

As linguagens orientadas a objetos [4] [3], têm como atrativo principal a possibilidade de reutilização de código já desenvolvido. Entretanto a programação através das linguagens orientadas a objetos é somente uma fase no processo de desenvolvimento de software [6]. A fase crítica continua sendo a análise, e como tal, é produtivo adotar uma Análise de Sistemas Orientada a Objetos na fase de análise, de modo a que todo o processo de desenvolvimento utilize uma mesma metodologia. A principal vantagem da utilização da Análise de Sistemas Orientada a Objetos é proporcionar uma migração homogênea da fase de análise para a de implementação, bem como possibilitar a criação de um modelo mais estável do sistema. Muitos métodos de Análise de Sistemas Orientada a Objetos tem surgido na literatura [2]. Este trabalho focaliza a metodologia proposta por Coad/Yourdon [1], e trata da criação de uma ferramenta CASE que implementa esta metodologia.

2. O MODELO DA FERRAMENTA

A ferramenta foi desenvolvida segundo a filosofia de objetos. A figura 1 apresenta o modelo da ferramenta. Nesta figura, pode-se observar as Classes que constituem a ferramenta. Da esquerda para a direita, e de cima para baixo, estas Classes são: **Start**, que cuida da inicialização do ambiente gráfico; **Line**, que traça linhas, a menor diretiva gráfica do sistema; **Mouse**, que é a Classe que implementa as funções de controle do mouse; **Box**, que desenha quadros de diálogo; **Label**, que faz o tratamento de texto na área gráfica; **Simbol**, que desenha os símbolos da tela gráfica; **ScrollBar**, que cuida da movimentação da tela da ferramenta; e **Tese**, que implementa as funções da ferramenta.

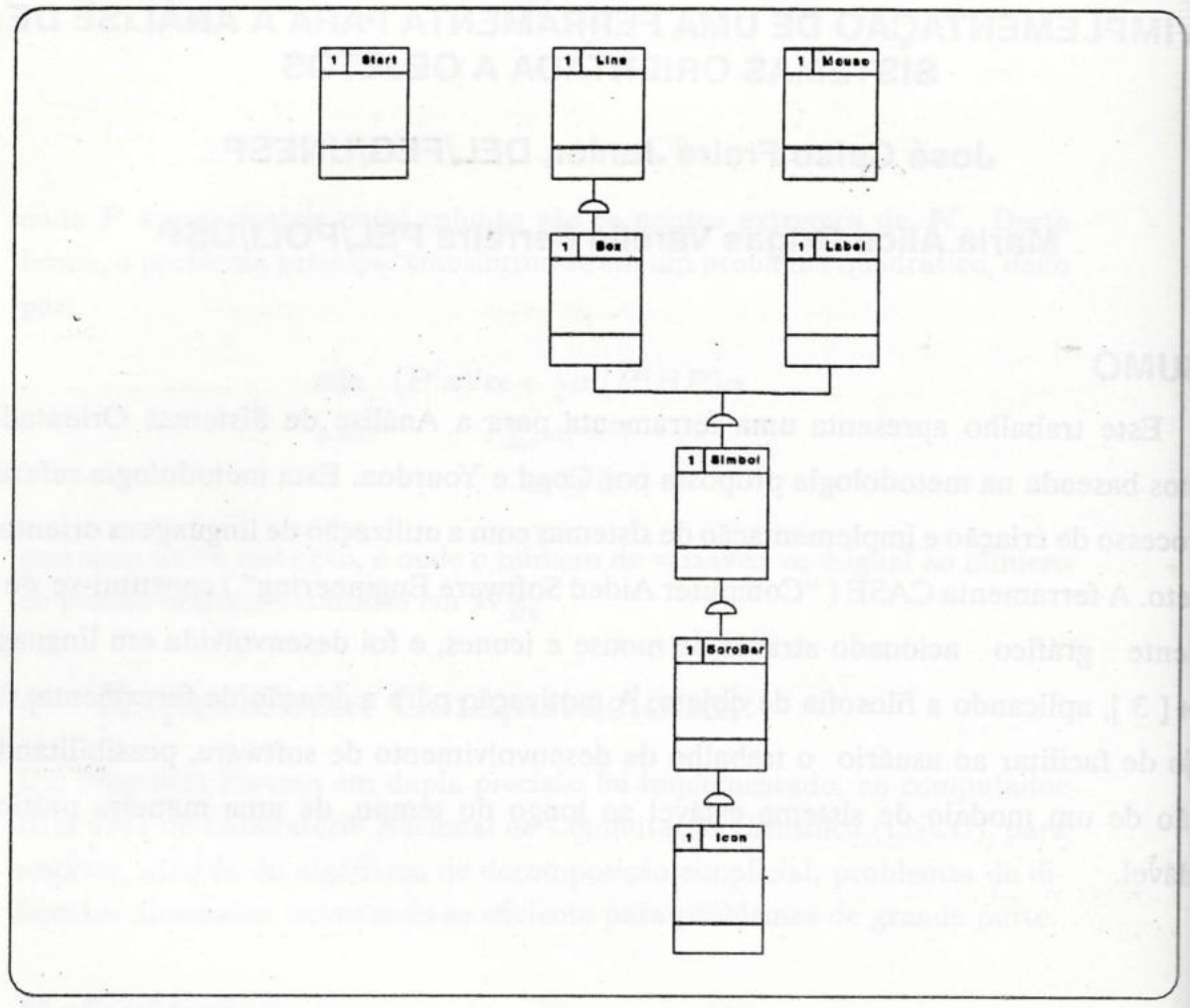


Figura 1 - Modelo da Ferrramenta

3. ESTRUTURAS DE DADOS

O sistema está construído sobre quatro listas ligadas. Estas listas manipulam Assuntos, Classes-&-Objetos com seus Atributos e Métodos, Estruturas Generalização-Especialização, Estruturas Todo-Parte, Conexões de Ocorrência e Conexões de Mensagem que são os elementos da metodologia.

A estrutura de dados dos assuntos (figura 2) é apresentada a seguir:

```
struct str_ass {  int ass_num;          // número do assunto na estrutura
                  int x1, y1, x2, y2;   // posição do assunto na tela
                  char nome_ass[ 9 ];   // nome do assunto
                  char num_ass[ 3 ];    // número do assunto
                  ptr_ass prox, antes;  // ponteiros para a estrutura str_ass
               };
```

A estrutura de dados das Classes-&-Objetos é apresentada a seguir.

```
struct str_obj { char tipo_obj;         // indica se é uma classe ou uma classe-&-objeto
                 int obj_num;           // número do objeto na estrutura
                 int x1, y1, x2, y2;    // posição do objeto na tela
                 char nome_obj[ 9 ];    // nome do objeto
                 char num_obj[ 3 ];     // número do objeto
                 ptr_obj prox, antes;   // ponteiros para a estrutura str_obj
                 ptr_atr atrib;         // ponteiro para a estrutura str_atr
                 ptr_met meth;          // ponteiro para a estrutura str_met
               };
```

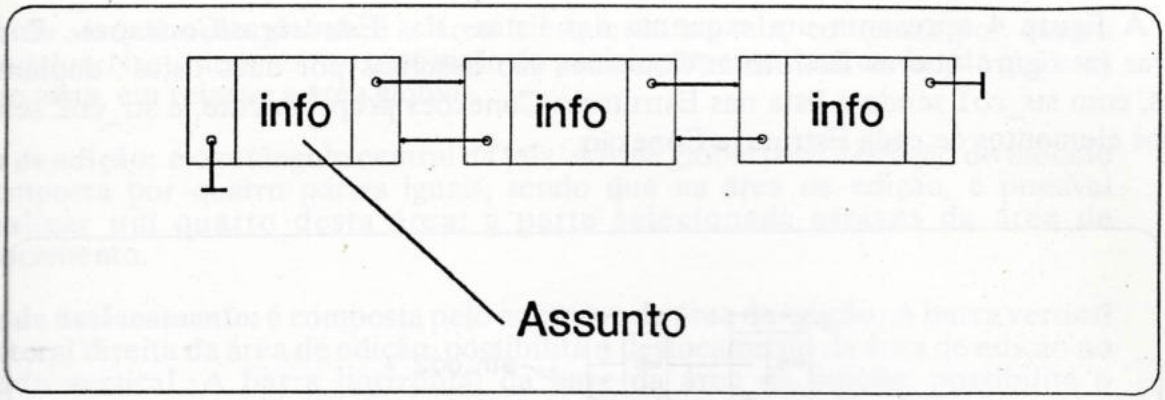


Figura 2 - A estrutura de Assuntos

A estrutura de dados dos Atributos e Métodos são similares. A estrutura dos Atributos é apresentada a seguir.

```
struct str_atr { int atr_num;          // número do atributo
                 char nome_atr[ 9 ];   // nome do atributo
                 ptr_atr prox, antes;  // ponteiros para a estrutura str_atr
               };
```

A figura 3, apresenta um esquema destas estruturas. Nesta figura pode-se observar as Classes-&-Objetos compondo uma lista duplamente ligada, com seus Atributos e Métodos tendo suas listas, também duplamente ligadas, atreladas a Classe-&-Objeto.

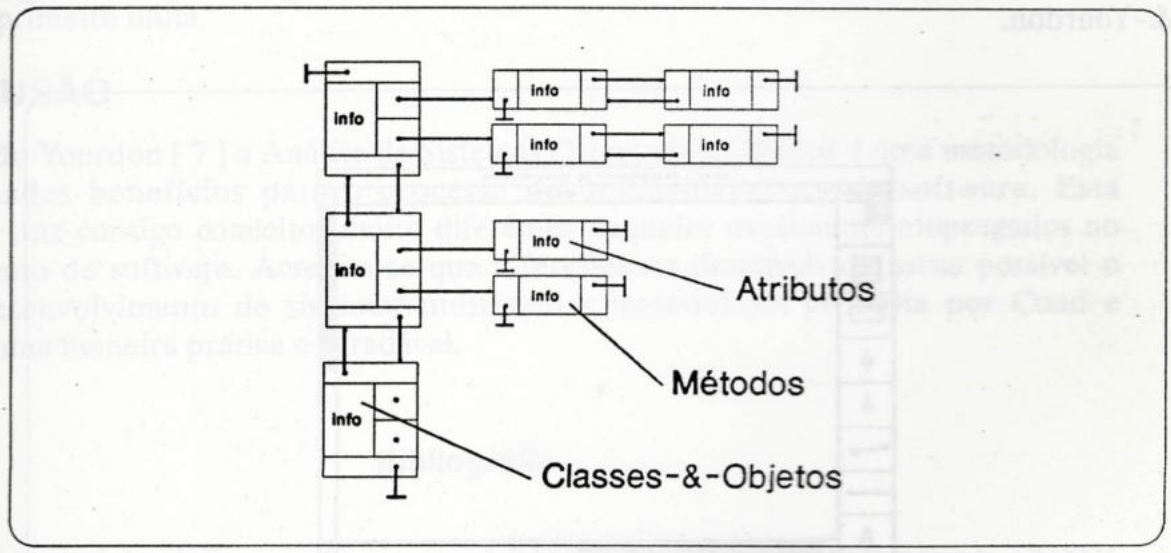


Figura 3 - Estrutura das Classes-&-Objetos

As Estruturas/Conexões são representadas pelas duas estruturas dadas a a seguir.

```
struct str_co1 { char tipo_con;          // indica o tipo de conexão
                 ptr_co2 lista;          // ponteiros para a estrutura str_co2
                 ptr_co1 prox, antes;    // ponteiro para a estrutura str_co1
               };

struct str_co2 { intervalo interv[ 1, 1 ];   // indica o intervalo da Est/Con
                 ptr_obj obj;                // ponteiros para os elementos da conexão
                 ptr_co2 prox, antes;        // ponteiro para a estrutura str_co2
               };
```

A figura 4 apresenta um esquema das listas das Estruturas/Conexões.. Pode-se observar na figura que as Estruturas/Conexões são descritas por duas listas duplamente ligadas, com str_co1 sendo a lista das Estruturas/Conexões propriamente, e str_co2 sendo a lista dos elementos de cada Estrutura/Conexão.

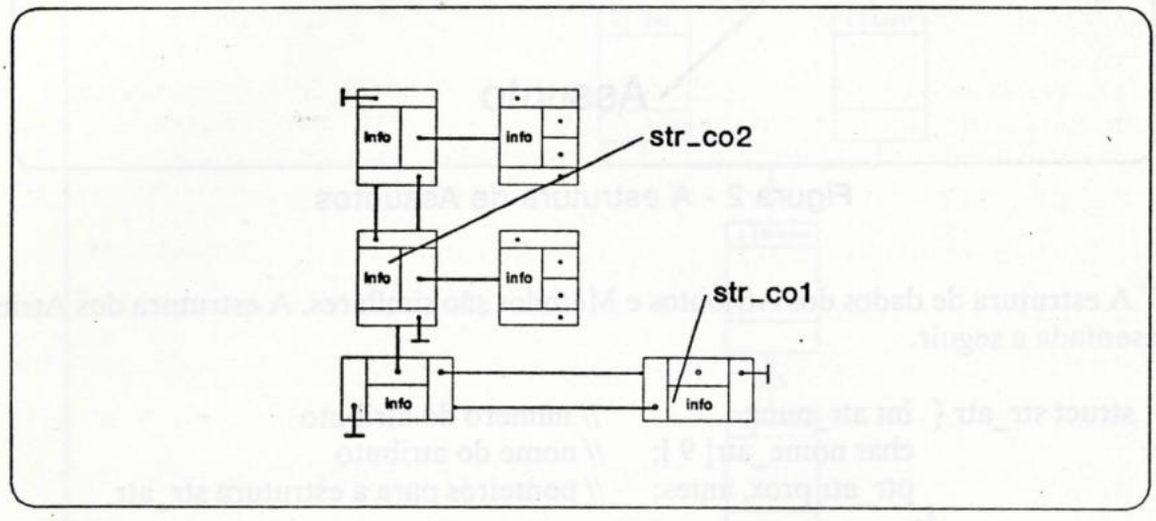


Figura 4 - Estrutura das Estruturas/Conexões

4 A FERRAMENTA

A ferramenta CASE é composta de uma única tela gráfica, através da qual pode-se, através de mouse e ícones, implementar um modelo de sistema segundo a metodologia de Coad-&-Yourdon.

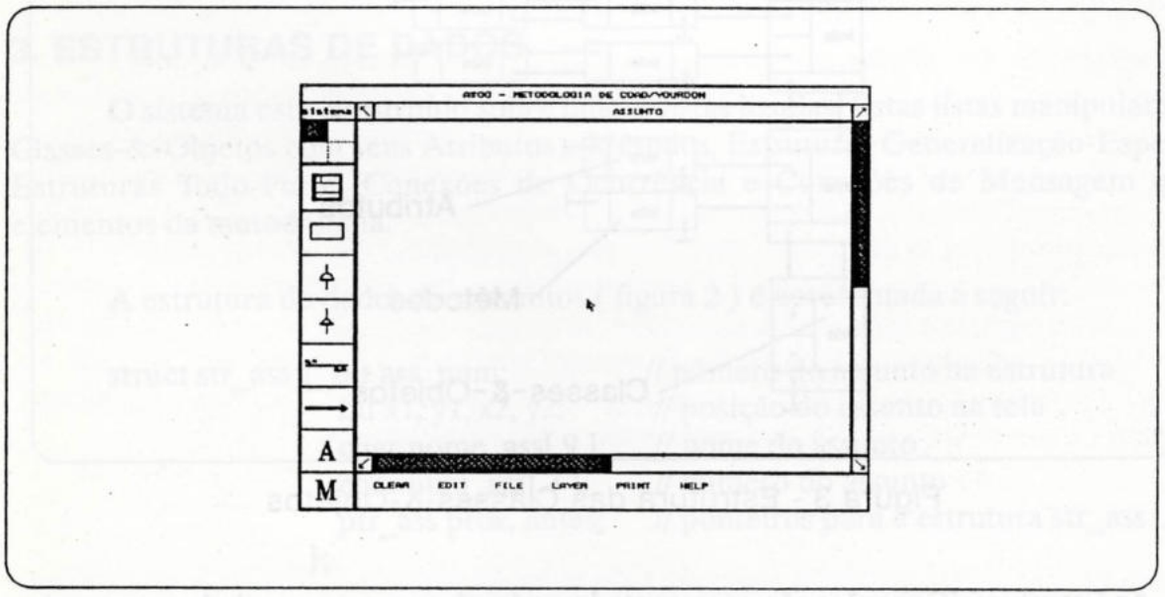


Figura 5 - A Tela do Software

Pode-se dividir a tela do software em algumas áreas, que são:

- **área de identificação:** é composta pela segunda linha da tela, sendo o local onde são apresentados o nome do projeto em desenvolvimento, e o nome da camada que está ativa na área de edição.

- **área de visualização global:** é a área a esquerda na tela, composta por quatro retângulos. Nesta área tem-se uma visão do posicionamento da área da tela que está sendo vista, em relação a área global.

- **área de edição:** é o retângulo central da tela. A área global para a criação do modelo é composta por quatro partes iguais, sendo que na área de edição, é possível visualizar um quarto desta área: a parte selecionada através da área de deslocamento.

- **área de deslocamento:** é composta pelo contorno da área de edição. A barra vertical da lateral direita da área de edição, possibilita o deslocamento da área de edição no sentido vertical. A barra horizontal da base da área de edição, possibilita o deslocamento no sentido horizontal da área de edição. Os retângulos hachurados destas áreas, tanto na vertical como na horizontal, indicam a porção da área global visível. As setas nos quatro cantos da área de edição, possibilitam o deslocamento instantâneo para as partes, superior direita e esquerda, e inferior direita e esquerda, da área global do modelo.

- **área de ícones:** é a área a esquerda na tela, abaixo da área de visualização global. Nesta área estão todos os símbolos que podem ser utilizados para a composição do modelo, sendo que a utilização destes símbolos é sensível ao contexto, ou seja, os símbolos só podem ser acionados se o usuário estiver em uma camada da qual os símbolos façam parte, ou em uma camada com um nível de abstração menor. Estes símbolos são, de cima para baixo, Classe-&-Objeto, Assunto, Estrutura Generalização-Especialização, Estrutura Todo-Parte, Conexão de Ocorrência, Conexão de Mensagem, Atributo e Método.

- **área de comandos e mensagens:** é a área da base da tela ao lado direito da área de ícones. Nesta área são dados os comandos que o software pode executar, CLEAR, EDIT, FILE, LAYER, PRINT e HELP, é o local de onde pode-se comandar o software. Na segunda linha deste bloco são apresentadas as opções de cada comando da primeira linha.

CONCLUSÃO

Segundo Yourdon [7] a Análise de Sistemas Orientada a Objetos é uma metodologia que traz grandes benefícios para o processo de desenvolvimento de software. Esta metodologia traz consigo conceitos muito diferentes daqueles usualmente empregados no desenvolvimento de software. Acredita-se que a ferramenta desenvolvida torna possível o estudo do desenvolvimento de sistemas utilizando a metodologia proposta por Coad e Yourdon, de uma maneira prática e agradável.

Bibliografia

[ ] Object-Oriented Analysis
Coad, Peter & Yourdon, Edward, Prentice Hall - 1990

[ ] Programação Orientada a Objetos
Takahashi, Tadao & Liesenberg, Hans K. E. ,VII Escola de Computação - São Paulo, IME - USP - 1990

[ ] Turbo C++ Programming - An Object Approach
Sewell, Ben, Addison-Wesley, 1990

[4] Object-Oriented Programming: Themes and Variations, Stefik, Mark & Bobrow, Daniel G. ,The AI Magazine, vol. 6, n. 4, pp. 40-62 - 1986

[5] What is Object-Oriented Programming Straustrup, Bjarne, IEEE Software, pp 10-20 - may/1988

[6] Object-Oriented Development Booch, Grady, IEEE Software, pp 211 - 221 - feb/1986

[7] Auld Lang Syne Yourdon, Edward, Byte, pp 257-263 - oct/1990

ALGUNS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO DO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL. PORÇÃO ENTRE AS CIDADES DE JACAREÍ E LORENA.

LÁZARO VALENTIM ZUQUETTE e OSNI JOSÉ PEJON

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP

HERALDO LUIZ GIACHETTI

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP

SUMÁRIO

Este trabalho relata preliminarmente alguns problemas associados ao meio físico (rochas, materiais inconsolidados, águas e relevo) que ocorrem na região do Vale do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo.

O desenvolvimento de estudos geotécnicos regionais (mapeamentos geotécnicos) e específicos (fundações, movimentos de massa e outros) são necessários para entendê-los e assim considerá-los de maneira adequada no planejamento regional.

ABSTRACT

This study present some problems that are related to environmental geology (Rocks, unconsolidates materials, waters and relief) in the Rio Paraiba do Sul region, in the São Paulo State.

The elaboration of regional (engineering geological mapping) and specific (Foundation, landslides) geotechnicals studies are very importants to the regional planning and adequate development.

INTRODUÇÃO

A região do Vale do Rio Paraíba do Sul, na atualidade, apresenta dois condicionantes que interferem na sua ocupação, ou seja: o leito do Rio Paraíba do Sul e a Rodovia Presidente Dutra. Assim, os municípios que fazem parte desta região desenvolvem-se nas proximidades do rio e da rodovia, por outro lado a região apresenta limitações do meio físico que não estão sendo respeitadas, provocando o surgimento de diferentes tipos de problemas. A intensidade crescente da ocupação é função de alguns aspectos, tais como:

- número elevado de centros urbanos;
- corredor de ligação entre os dois principais centros urbanos do país.

O arranjo dos diferentes tipos de ocupação na região depara-se com problemas relativos a extensão e a disposição geográfica dos territórios municipais, as necessidades da população e as distâncias entre os centros urbanos.

Um dos maiores problemas da região refere-se às diferentes necessidades de cada município, assim como das respectivas populações.

Além dos problemas relativos aos aspectos sócio-administrativos dos municípios, há outros, como: a possível estagnação social e econômica e o total desequilíbrio do meio ambiente.

A qualidade de vida poderá atingir níveis muito baixos devido ao não respeito às limitações do meio ambiente, como está ocorrendo na atualidade.

OBJETIVOS

Este trabalho apresenta um levantamento preliminar das características do meio físico (rochas, materiais inconsolidados, águas e relevo), que podem provocar ou já provocam problemas quando da implementação dos diferentes tipos de ocupação. Estes problemas surgem em decorrência do não respeito às limitações do meio físico e exigirão grandes investimentos para suas correções, quando forem possíveis. Portanto, o principal objetivo é demonstrar a importância dos conhecimentos geotécnicos quando da elaboração dos processos de planejamento.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA REGIÃO

A região está situada entre os paralelos 22^{o} 30' e 23^{o} 30'S e os meridianos 44^{o} 30' e 46^{o} 00'W, tendo as elevações da Serra do Mar e da Mantiqueira como divisores da bacia.

O meio físico apresenta as seguintes características básicas:

Quanto ao substrato rochoso a região é constituída por 3 grandes grupos de materiais, ou seja: 1- Aluviões - que ocorrem nas margens do Rio Paraíba do Sul, onde há predomínio de areias, com espessuras variáveis, podendo atingir 20 metros. 2- Rochas Sedimentares - das Formações Caçapava e Tremembé de idade Terciária que estão sobrepostas ao embasamento cristalino. 3- Rochas Metamórficas e Ígneas (Gnaisses, Migmatitos, Granitos) do embasamento cristalino e de idade Pré-Cambriana, responsáveis pelas maiores elevações, que constituem a Serra do Mar e da Mantiqueira.

Nas áreas de ocorrência das rochas do cristalino e sedimentares os materiais inconsolidados (solos) são predominantemente residuais ou de pequeno transporte, enquanto que os aluviões são sedimentos típicos.

Os condicionantes relacionados aos materiais inconsolidados, que afetam os estudos geotécnicos na região, no sentido de implementar os diferentes tipos de ocupação são os seguintes:

1. Perfis de alteração desenvolvidos sobre os granitos, gnaisses, siltitos, argilitos e arenitos.
2. Áreas onde os perfis de alteração são pouco profundos e o material rochoso tem grande importância, principalmente nas áreas de ocorrências das litologias das Formações Tremembé e Caçapava.
3. Áreas constituídas por aluviões, com predomínio das condições de hidromorfismo.

O sistema de drenagem está voltado para o Rio Paraíba do Sul, porém a distribuição e densidade dos canais estão diretamente relacionadas aos materiais geológicos, caracterizando 3 zonas, sendo:

1. Canais com gradientes elevados e densidade média, associados às áreas mais elevadas e constituídas por rochas do embasamento cristalino.
2. Canais com gradientes baixos e densidade menor que a do grupo anterior, associados às áreas de ocorrência das rochas sedimentares e ao relevo de morrotes e morros.
3. Canais com gradientes suaves nas áreas típicas dos aluviões (sedimentos).

Os tipos de relevos predominantes na região são: planícies aluviais, colinas, morrotes, morros e montanhosos (IPT, 1992).

PROBLEMAS COMUNS NA REGIÃO

1- Existem municípios que apresentam as áreas mais planas com alta taxa de ocupação e que na atualidade e no futuro devem ocupar as áreas mais elevadas (como exemplo: Guaratinguetá e Aparecida) que já vem enfrentando problemas de escorregamentos (Campos et alii, 1991),

2- A água para uso residencial e industrial depende das condições das águas superficial ou de poços profundos em aquíferos isolados. Vale ressaltar que os aluviões caracterizam-se como o mais promissor aquífero, porém podem estar comprometidos com contaminantes, devido a disposição de rejeitos sobre sua superfície (como ex: Guaratinguetá e Lorena),

3- Áreas sujeitas as inundações, com tempos de retorno inferiores a 20 anos,

4- Áreas sujeitas a ocorrência do nível freático de água a profundidades menores que 2m,

5- Movimentos de massa nas áreas constituídas por rochas do embasamento cristalino, devido as descontinuidades existentes nos perfis de alteração e altas declividades,

6- Problemas erosivos em materiais inconsolidados oriundos das alterações das rochas metamórficas, ígneas e sedimentares arenosas,

7- Desfiguração do relevo devido à retirada de materiais para realização de aterros,

8- Problemas com materiais que apresentam em sua constituiç minerais expansivos,
9- Falta de base técnica para seleção de áreas para disposiç de rejeitos sépticos,
10- Problemas quanto à fundações, que ocorrem em diversos pontos da região, mas concentram-se principalmente nas áre dos sedimentos e das rochas sedimentares argilosas,
11- Problemas de escavabilidade são comuns nas áreas d sedimentos devido ao nível de água estar a pequena profundida e em áreas com rochas ígneas e metamórficas a pequen profundidade.

A maioria dos problemas são decorrentes do não respeito a variações dos componentes do meio físico e da falta d conhecimento sobre o assunto, típica dos planejadores de país subdesenvolvidos.

CONCLUSÕES

O futuro da região deve ser baseado em um planejamen regional, visto que os municípios são interdependentes e est sujeitos aos mesmos tipos de problemas e necessidades.

O planejamento regional tem sempre como objetivo buscar equilibrio entre os tipos de ocupação e as vantagens limitações do meio físico, assim como atender às necessidade sociais da população.

Para que a região tenha condições de apresentar crescimento positivo, de evitar problemas relativos ao meio físico que ocasionam riscos ou exigem soluções de alto custo manter as condições mínimas do meio ambiente, são necessário estudos para definir as condições do meio físico, seja âmbito regional quanto no específico.

No âmbito regional o procedimento mais adequado seria realização de mapeamentos geotécnicos em escalas 1:50.000 1:100.000, com detalhamentos em áreas que reúnem um maio número de problemas.

No âmbito específico deve-se desenvolver estudos que vise direcionar a implementação dos diversos tipos de ocupação.

No Estado de São Paulo, a região do Vale do Rio Paraíba d Sul é a mais sujeita à problemas em termos de meio ambiente, que poderá refletir em um maior desequilíbrio n desenvolvimento, devido ao não respeito aos condicionantes d meio físico na sua ocupação.

REFERÊNCIAS

CAMPOS,H; TSUTIYA,A; SANTOS,O; GIACHETTI,H; TANAKA,A. (1991): Algumas considerações sobre os escorregamentos em morros d região de Guaratinguetá-SP. Anais do Simpósio de Geologia d Sudeste, pp.241-246, São Paulo.

IPT (1992): Mapa Geomorfológico da Bacia do Paraíba e Litora Norte do Estado de São Paulo. Relatório Técnico - São Paul

FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ
BIBLIOTECA
012571

MODELAGEM DE TRINCAS PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS PLANAS CONSIDERANDO NÃO-LINEARIDADE DO MATERIAL

Afonso H. S. de Oliveira

Luiz A. de Souza

UNESP - Campus de Guaratinguetá, Depto de Projetos e Construção Civil, Cx. Postal 205, CEP 12500-000 - Guaratinguetá, SP.

Nelson F. F. Ebecken

COPPE/UFRJ - Programa de Engenharia Civil, Cx. Postal 68506, CEP 21545-970 Rio de Janeiro, RJ.

Marcílio R. S. Freitas

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, Depto de Engenharia Civil, Praça Tiradentes, 20 - CEP 35400-000 - Ouro Preto, MG.

SUMÁRIO

Neste trabalho, avaliam-se alguns modelos de análise da propagação de trincas em estruturas planas com o auxílio do método dos elementos finitos (MEF), considerando-se a não-linearidade do material. Os parâmetros da mecânica da fratura utilizados são a integral-J e a taxa de dissipação de energia para a formação de uma nova trinca, $\mathcal{G}$. Este último parâmetro foi obtido através do método implícito da extensão virtual da trinca (MIEVT).

São mostradas, resumidamente, as formulações e a análise numérica de um corpo de prova típico da mecânica da fratura, fazendo-se um estudo comparativo entre os modelos apresentados.

INTRODUÇÃO

Quando se analisa uma estrutura sujeita à fratura, é importante a determinação de parâmetros que possam monitorar o comportamento da trinca. Na mecânica da fratura linear elástica, o parâmetro mais importante é o fator de intensidade de tensões K_I, que depende do carregamento da estrutura e da geometria da trinca. Este fator deverá ser menor que a tenacidade K_{1c} do material para que não ocorra uma fratura instável.

A taxa de dissipação de energia na trinca, denotada por $\mathcal{G}$, em regime linear se relaciona com K_I por:

$$\mathcal{G} = \frac{K_I^2}{E'}, \quad \text{sendo } E' \begin{cases} = E & \text{p/ estado plano de tensão.} \\ = \dfrac{E}{(1-\nu^2)} & \text{p/ estado plano de deformação} \end{cases} \qquad (1)$$

onde E é o módulo de elasticidade e ν, o coeficiente de Poison.

Na mecânica da fratura elasto-plástica (MFEP), K_I perde seu sentido devido à zona plástica formada na ponta da trinca e, neste caso, são utilizados outros parâmetros para monitorar a trinca, tais como: o COD (crack openning displacement), que é o deslocamento plástico medido na ponta da trinca, a integral J, ou $\mathcal{G}$. Qualquer um desses é suficiente para caracterizar a propagação da trinca na MFEP. Valores críticos para o COD, integral J e $\mathcal{G}$, são obtidos experimentalmente para cada tipo de material. Desta forma, a determinação desses parâmetros em estruturas com defeitos ou trincas torna-se prioritária.

O MÉTODO DA EXTENSÃO VIRTUAL DA TRINCA

Este método é utilizado para o calculo do valor de $\mathcal{G}$ (ref. [1]). No método dos elementos finitos (MEF) o funcional de energia potencial total é dado por:

$$\Omega = W - P = \frac{1}{2} \mathbf{U}^T \mathbf{K}\, \mathbf{U} - \mathbf{U}\, \mathbf{F} \qquad (2)$$

sendo **U** o vetor de deslocamentos, **F** o de forças nodais, **K** a matriz de rigidez, W a energia de deformação e P a energia potencial do sistema.

Sabe-se que $\mathcal{G}$ é dado por:

$$\mathcal{G} = - \frac{\partial W}{\partial a} \qquad (3)$$

Aproximando-se esta derivada por diferenças finitas, tem-se:

$$\mathcal{G} = - \frac{\Delta W}{\Delta a} = - \frac{W_1 - W_0}{a_1 - a_0} \qquad (4)$$

Assim o valor de $\mathcal{G}$ é obtido em duas etapas de análise: primeiro calcula-se W_0 com o comprimento de trinca a_0 e depois W_1, com $a_1 = a_0 + \Delta a$.

Como se vê, a avaliação de $\mathcal{G}$ desta forma pode ser realizada com um programa comum do M.E.F. Entretanto alguns cuidados devem ser tomados na escolha de Δa para que não se perca a precisão na avaliação da expressão (4).

Com o objetivo de avaliar $\mathcal{G}$ em uma única etapa e sem perda de precisão, vários pesquisadores têm trabalhado em formas alternativas do seu cálculo entre os quais destaca-se Hellen [2], que propõe o método implícito da extensão virtual da trinca (MIEVT). Partindo-se da formulação variacional do MEF, escreve-se o funcional de energia potencial total em função dos deslocamentos e das coordenadas, ou seja $\Omega = \Omega\ (u,x)$. Assim a primeira variação deste funcional é dada por:

$$\delta\Omega = \delta U^T \frac{\partial \Omega}{\partial u} + \delta X^T \frac{\partial \Omega}{\partial a} \tag{5}$$

Substituindo a equação (5) na equação (2), obtém-se

$$\delta\Omega = \delta U^T \left[K\ U - F \right] + \delta X^T \left[\frac{1}{2}\ U^T \frac{\partial K}{\partial X}\ U - U^T \frac{\partial F}{\partial X} \right] \tag{6}$$

Sabendo-se que na situação de equilíbrio o primeiro termo é nulo e que as cargas não variam em função de **X** e **U**, tem-se:

$$\delta\Omega = \delta X^T \left[\frac{1}{2}\ U^T \frac{\partial K}{\partial X}\ U \right] = \frac{\partial W}{\partial X} \tag{7}$$

Admitindo-se como deslocamento virtual na ponta da trinca o próprio deslocamento do grau de liberdade u_i na direção x de propagação da trinca, a equação (7) só precisa ser avaliada sobre os elementos que estão na ponta da trinca, sem a necessidade de uma nova análise.

Assim, tem-se:

$$\mathcal{G} = \frac{\partial W}{\partial u_i} = - \int_V \left[\frac{\partial \omega}{\partial u} |J| + \omega \frac{\partial |J|}{\partial u_i} \right] dv \tag{8}$$

onde $|J|$ é o determinante do Jacobiano da transformação de coordenadas, ω o trabalho de deformação por unidade de volume e v, o volume dos elementos que estão ligados à ponta da trinca.

A INTEGRAL J :

A integral J, definida por Rice [3] como sendo uma integral de linha ao longo de um caminho que contenha a ponta da da trinca, é dada por:

$$J = \int_S \left(\omega\ dy - T_i \frac{\partial u}{\partial x} \right) ds \tag{9}$$

onde T_i é a resultante de tensões normal ao caminho s. Esta integral possui

como propriedades o fato de ter um valor constante independente do caminho escolhido e ser igual a $\mathcal{G}$ em regime elástico.

RESULTADOS

Neste tópico, apresentam-se os resultados da análise do corpo de prova (C.P.) da figura 1, para o qual se calculou a integral J e $\mathcal{G}$ pelo MIEVT. A carga total foi aplicada por incrementos de 1 KN até o valor final de 18 KN. A curva tensão-deformação do material está mostrada na figura 2. Devido à simetria, discretizou-se apenas metade do C.P., com 50 elementos quadráticos de 8 nós, em estado plano de tensão (figura 3). Na figura 4 apresenta-se a variação de J e $\mathcal{G}$ em função da carga e, na figura 5, em relação à metade do deslocamento medido entre os pontos A e B (δ_{AB}). Notou-se uma extensiva plastificação na ponta da trinca até a ocorrência do colapso. Os resultados apresentam boa concordância com os resultados experimentais, Bleackley [4], e com os resultados numéricos, Fawkes e Owen [5].

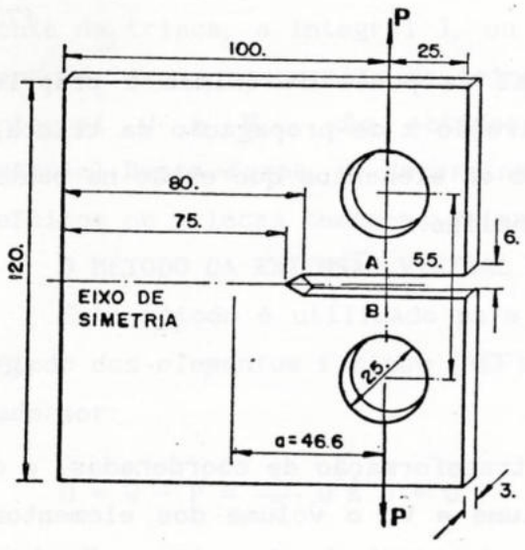


Fig. 1 - Dimensões do Corpo de Prova

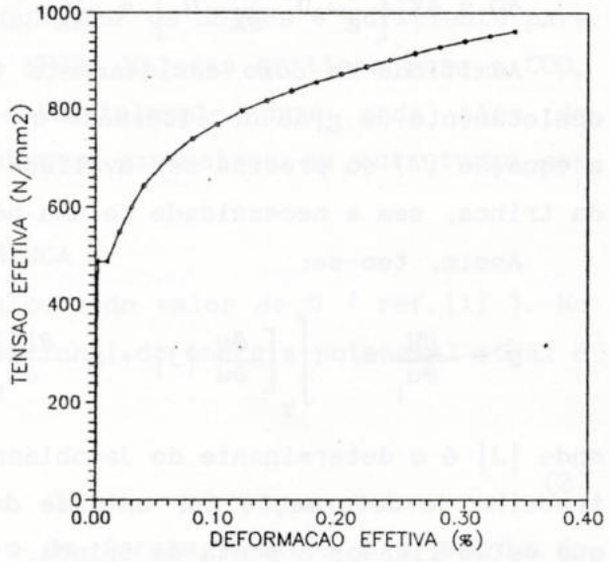


Fig. 2 - Curva tensão-deformação

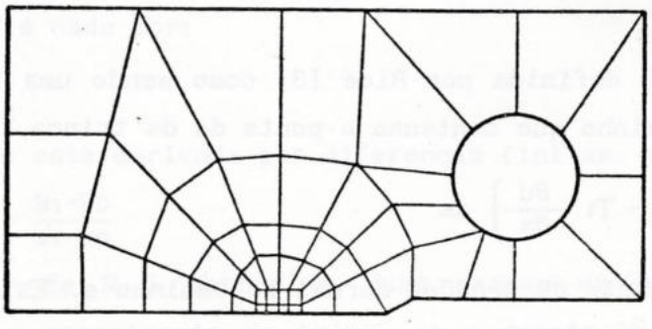


Fig 3 - Malha de Elementos Finitos

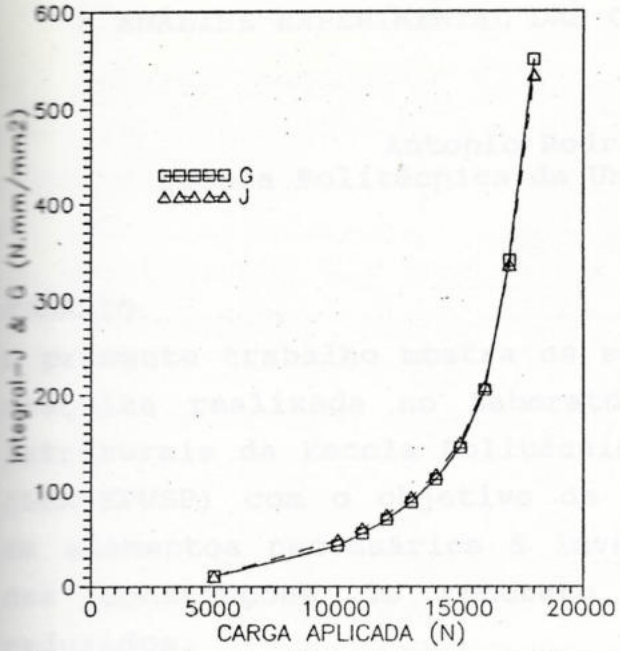


Fig.4 - Int. J e $\mathcal{G}$ versus Carga P.

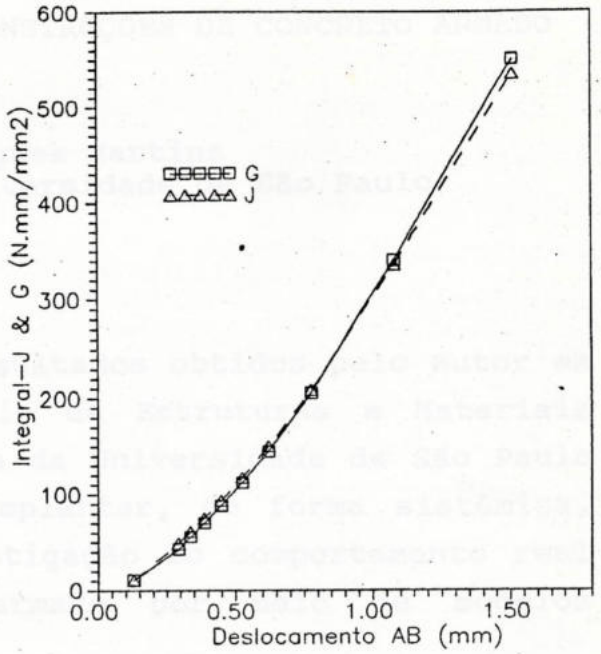


Fig.5 - Int. J e $\mathcal{G}$ versus $\delta_{AB}/2$.

CONCLUSÕES

O cálculo de $\mathcal{G}$ pelo MIEVT apresentou valores muitos próximos da integral J, tanto em regime elástico quanto elasto-plástico. O tempo de processamento gasto para se conseguir o equilíbrio em regime plástico é muito superior ao requerido para o cálculo dos parâmetros citados acima.

O uso do MIEVT da trinca abre novas possibilidades para o estudo da mecânica da fratura, pois elimina a necessidade de dupla análise e erros cometidos na avaliação da expressão (4). Outra vantagem do MIEVT é que enquanto o conceito de integral J é fundamentalmente bi-dimensional, $\mathcal{G}$ pode ser formulada para análises de trincas tri-dimensionais.

REFERÊNCIAS

[1] Parks D. M. ,"The Virtual Crack Extension Method for Non Linear Material Behaviour",Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol.12, pg.353-364, 1977.

[2] Hellen T. K., "Virtual Crack Extension Methods for Non-Linear Materials", Int. J. for Num. Meth. in Eng., Vol.28,pg.929-942, 1989.

[3] Rice J. R. ," A Part Independent Integral and the Aproximate Analysis of Strain Concentration by Notches and Cracks", Trans. of ASME, J. Appl. Mech., 35, 1968.

[4] Bleackley M. H.,"A Numerical Study of Energy Criteria in Fracture Mechanics", Tese de Ph.D., Universidade de Gales, 1981.

[5] Owen D. R. e Fawkes A. J.,"Engeneering Fracture Mechanics: Numerical Methods and Applications", Ed. Pineridge Press, Swansea U.K., 1983.

A ANÁLISE EXPERIMENTAL DAS CONSTRUÇÕES DE CONCRETO ARMADO

Antonio Rodrigues Martins
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

O presente trabalho mostra os resultados obtidos pelo autor em pesquisa realizada no Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LEM-EPUSP) com o objetivo de implantar, de forma sistêmica, os elementos necessários à investigação do comportamento real das construções de concreto armado por meio de modelos reduzidos.

Para isso, foram estudadas e implantadas técnicas de fabricação dos materiais apropriados para a confecção dos modelos reduzidos.

Foram, ainda, desenvolvidos e fabricados instrumentos e equipamentos específicos, capazes de permitir a execução dos ensaios necessários à avaliação de desempenho dos modelos reduzidos.

1) INTRODUÇÃO

A análise experimental das construções de concreto armado tem desempenhado um importante papel na investigação do seu comportamento real, pois, muitas vezes, mesmo com os mais requintados recursos computacionais disponíveis, não é possível representar aquele comportamento nas proximidades da ruína. É necessário, então, desenvolver, simultaneamente, estudos teóricos e experimentais afinados entre si. Por outro lado, a experiência acumulada com os trabalhos realizados em inúmeros centros de pesquisa, no Brasil e no Exterior, mostra que os ensaios realizados em escala natural são caros e exequíveis apenas com elementos isolados e de geometria simples. Assim, a complexidade dos fenômenos de fissuração, de plastificação e de ruptura do concreto estrutural exige a fabricação de modelos reduzidos. Para isso é necessário o emprego de materiais denominados microconcreto e microarmadura, concebidos para utilização em laboratório a fim de simular, adequadamente, os materiais concreto estrutural e armadura de aço usuais. Thomas (1990), aponta, como um desafio para o futuro, o fortalecimento da análise experimental a fim de promover, gradualmente, o casamento entre a pesquisa em laboratório e os computadores.

2) O MATERIAL MICROCONCRETO

O microconcreto é um material obtido pela mistura mecânica de um aglomerante (cimento Portland comum) com um material inerte (areia) e água. A composição granulométrica da areia a ser utilizada é estabelecida por meio de frações granulométricas sucessivas, com predominância da fração mais grossa. O diâmetro característico desta fração dá nome ao microconcreto produzido.

Sabnis et al (1983) mostram que, para uma adequada simulação, é preciso que as propriedades mecânicas do microconcreto sejam compatíveis com as do concreto estrutural. Para isso, Gorisse (1972) desenvolveu método apropriado de fabricação de microconcretos. No LEM-EPUSP, esse método foi adaptado às nossas condições e a figura 1 mostra os diagramas tensão x deformação do material fabricado.

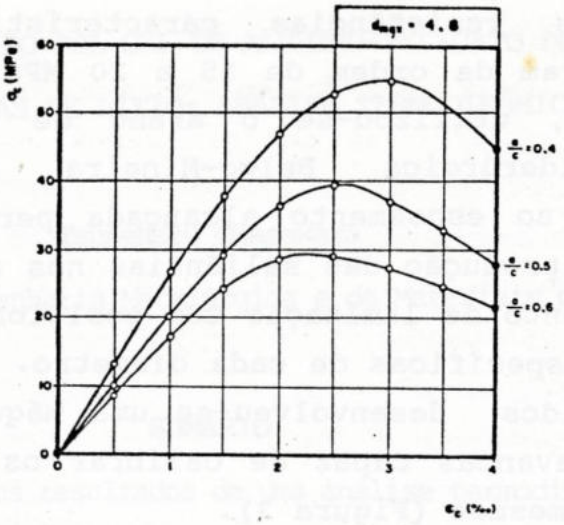


FIG.1

3) O MATERIAL MICROARMADURA

As barras e os fios de aço para concreto armado, disponíveis comercialmente, são muito pouco usados como armaduras de modelos reduzidos de microconcreto. É necessária a utilização de fios com pequenos diâmetros (microarmaduras) e com propriedades mecânicas compatíveis com aquele material. As técnicas de fabricação de microarmaduras acabam, portanto, sendo inerentes a cada grupo de pesquisadores tendo em vista a necessidade de desenvolvimento de equipamentos próprios. A figura 2 mostra o diagrama tensão x deformação das microarmaduras fabricadas no LEM-EPUSP.

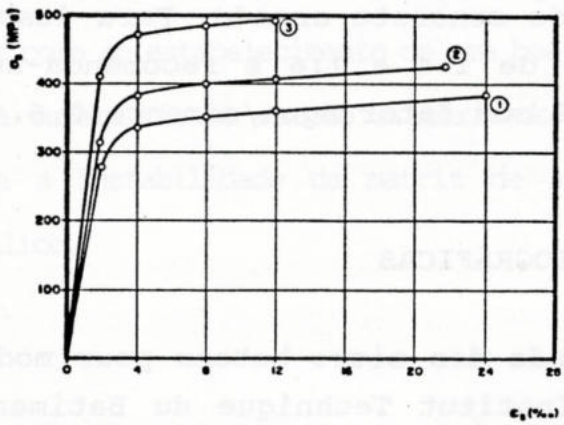


FIG.2

4) RESULTADOS OBTIDOS NO LEM-EPUSP

As técnicas desenvolvidas no LEM-EPUSP levaram a resultados altamente satisfatórios. Na fabricação do microconcreto, optou-se pela utilização de areia normal brasileira fornecida pelo I.P.T de São Paulo. Foram produzidos os microconcretos 9,5; 4,8 e 2,4, para atender às várias escalas que, normalmente, são utilizadas na confecção dos modelos

reduzidos. As resistências características à compressão alcançadas foram da ordem de 15 a 20 MPa. Na fabricação das microarmaduras, utilizou-se o arame de aço galvanizado da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira e a resistência caraterística ao escoamento alcançada permite simular o aço CA-50. Para a produção das saliências nos arames, desenvolveu-se um equipamento de laminação com posicionamento ajustável às necessidades específicas de cada diâmetro. Para os ensaios dos modelos reduzidos desenvolveu-se uma máquina composta de um sistema de alavancas capaz de calibrar os valores das cargas aplicadas aos mesmos (Figura 3).

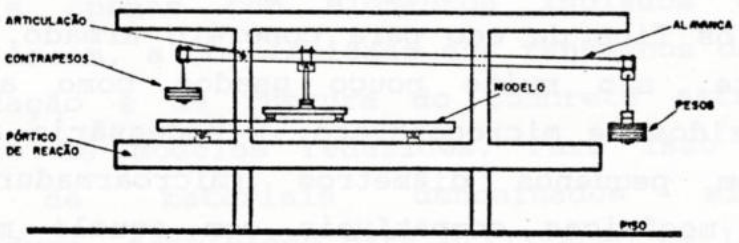


FIG.3

5) CONCLUSÃO

A consistência demonstrada pelos resultados obtidos nos ensaios realizados no LEM-EPUSP nas escalas 1:2, 1:4, 1:6 e 1:8, indica que os modelos produzidos com os materiais desenvolvidos permitem a investigação do comportamento real das construções de concreto armado. Para isso, as escalas mais adequadas são as de 1:4 e 1:6 e recomenda-se a utilização do microconcreto 4,8 com fator água/cimento 0,6.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GORISSE, F. - Étude des micro-betons pour modéles de strutures - Annales de L'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publiques, Paris, 1972

SABNIS, G.M.; HARRIS, H.G.; WHITE, R.N. & MIRZA, M.S. - Structural modeling and experimental techniques, New Jersey, 1983

THOMAS, R.J. - Synthesis: a national engineering coalition - New York - National Science Foundation - 1990

ELETRÓLITO SÓLIDO SOL-GEL DE ALUMINO-SILICATO DE LÍTIO EM BATERIAS DE LÍTIO: ANÁLISE TERMODINÂMICA

Tsuneharu Ogasawara

Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE/UFRJ

SUMÁRIO

São descritos os resultados de uma análise termodinâmica realizada sobre eletrólito sólido sol-gel de alumino-silicato de lítio em baterias de lítio, com ênfase para o caso de um eletrólito produzido a partir de $LiNO_3$ como precursor do lítio e de MnO_2 litiado como material do catodo. O $LiNO_3$ é termodinamicamente estável no ambiente do gel de alumino-silicato a baixas temperaturas; acima de uma determinada temperatura (por exemplo, 335°C), que depende da pressão parcial do $NO_{3(g)}$, o $LiNO_3$ reage com a sílica e a alumina do gel, formado Li_4SiO_4 ou $LiAlSi_2O_6$, que só se cristaliza em temperatura superior a 600°C. São dadas explicações termodinâmicas para a notável melhoria da condutividade iônica do considerado eletrólito sol-gel em temperaturas superiores a 300°C, bem como ao estabelecimento de uma boa aderência do filme de eletrólito sólido à superfície do catodo sinterizado de MnO_2 litiado. É claramente evidenciada a instabilidade da matriz de alumino-silicato em presença de lítio metálico.

1. INTRODUÇÃO

A Rutgers University[1-5] chegou experimentalmente à conclusão de que o melhor precursor para a obtenção do eletrólito sol-gel de alumino-silicato de lítio é o $LiNO_3$. É aqui relatada parte de uma Análise Termodinâmica mais geral[6] realizada sobre eletrólitos sol-gel em bateriais de lítio.

2. O COMPORTAMENTO DO NITRATO DE LÍTIO DURANTE A CALCINAÇÃO DO GEL

O $LiNO_3$ é estável em atmosfera de oxigênio até 600°C, exceto em presença de sílica. Com esta reage formando Li_4SiO_4 acima de cerca de 335°C, temperatura que depende de $pNO_{3(g)}$; se houver alguma alumina junto com a sílica, então o produto final será $LiAlSi_2O_6$. Na Figura 1, as curvas 1 a 4 se referem à reação (1); as curvas 5 e 6 à reação (2). São consideradas unitárias as atividades de $LiNO_3$, SiO_2, Li_4SiO_4, Al_2O_3 e $LiAlSi_2O_6$; pO_2 = 1 atm.

$$4\ LiNO_3 + SiO_2 + O_{2(g)} = Li_4SiO_4 + 4\ NO_{3(g)} \qquad (1)$$

$$4\ LiNO_3 + 2\ Al_2O_3 + 8\ SiO_2 + O_{2(g)} = 4\ LiAlSi_2O_6 + 4\ NO_{3(g)} \qquad (2)$$

A completa eliminação do nitrato e dos materiais orgânicos a partir de géis de silicato de lítio produzido com $LiNO_3$ como precursor requer temperatura ≥ 500°C, mas < 600°C, sendo preferível limitar-se em 550°C, porque temperaturas maiores conduzem à cristalização do silicato de lítio e drástica queda da condutividade iônica[1-5].

Por outro lado, verifica-se[6] que para $a_{LiOH} = 1$ e $a_{Li2O} = 0,1$ que, em ar contendo 0,03 atm de vapor d'água, o LiOH é mais estável do que Li_2O abaixo de 427°C.

3. A INTERPRETAÇÃO TERMODINÂMICA DOS RESULTADOS DE CONDUTIVIDADE IÔNICA DE GÉIS DE ALUMINO-SILICATO DE LÍTIO

Experiências na Rutgers University mostraram que géis de alumino-silicato de lítio produzidos com $LiNO_3$ resultavam com altas condutividades iônicas acima de 300°C, atribuídas à fusão de $LiNO_3$. Este fato está coerente com a previsão termodinâmica: a baixas temperaturas o $LiNO_3$ é estável mesmo em presença de sílica. Em temperaturas um pouco maiores $LiNO_3$ se decompõe em presença de SiO_2 para formar um gel amorfo de silicato de lítio, que só se cristalizará acima de 600°C. O Li_2O num gel calcinado a 500°C poderá se encontrar menos comprometido do que num gel cristalizado e reagir com vapor d'água durante o resfriamento em contato com ar úmido e se transformarf em LiOH. Num subsequente aquecimento do gel o LiOH se fundirá a 471°C

proporcionando aumentada condutividade iônica do gel nesta faixa de temperatura.

4. A ESTABILIDADE DA MATRIZ DO GEL DE ALUMINO-SILICATO

A redução da sílica do gel pelo Li metálico é segundo a reação

$$SiO_2 + 4\ Li = 2\ Li_2O + Si \qquad (3)$$

A Figura 2 apresenta curvas de potenciais de redução da sílica pelo lítio metálico para 3 diferentes atividade de Li_2O, mantidas unitárias as atividades de Li, SiO_2 e de Si. A matriz do gel de alumino silicato é termodinâmicamente instável em presença de Li metálico.

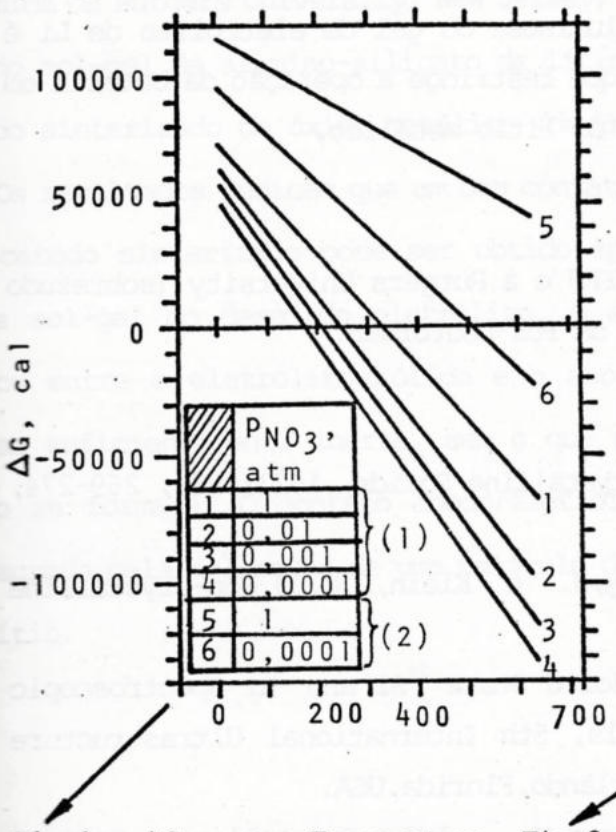


Fig.1 - ΔG versus Temperatura para as reações (1) e (2).

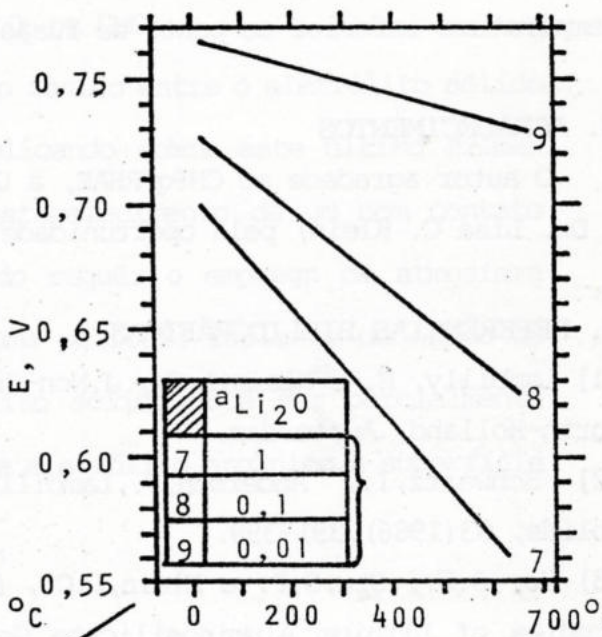


Fig.2 - Potenciais de Redução da SiO_2 pelo Li metálico, reação (3).

5. REAÇÃO ENTRE A SÍLICA DO ELETRÓLITO E O CATODO SINTERIZADO

No caso de catodo de MnO_2 litiado, tanto o Li_2O quanto o MnO_2 do catodo reagirão com a sílica do eletrólito, formando Mn_2SiO_4 e um silicato de Li, que poderá ser: $Li_2Si_2O_5$ (acima de 216°C), Li_2SiO_3 (acima de 262°C) ou Li_4SiO_4 (acima de 487°C). O fato é interessante para o desenvolvimento de uma boa aderência entre o catodo e o eletrólito sólido.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma bateria funcionará bem se as reações nos eletrodos ocorrem sem problemas e o eletrólito transportar carga sem se deteriorar (isto é, tem que ser estável); para maiores detalhes, vide referência[6].

7. CONCLUSÕES

(a) É muito proveitosa a aplicação da análise e interpretação termodinâmica a fenômenos ligados ao processamento cerâmico; (b) O aumento da condutividade iônica do alumino-silicato de Li acima de 300°C é explicável como decorrente da fusão do $LiNO_3$ ou do LiOH; (c) Há força motriz para que se estabeleça boa aderência entre o filme fino de alumino-silicato de Li e o catodo sinterizado de MnO_2 litiado; (d) A matriz sílico-aluminosa do gel de eletrólito de Li é instável em presença de Li metálico, o que restringe a operação da bateria em temperatura inferior ao ponto de fusão do lítio metálico.

8. AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao CNPq/RHAE, à UFRJ e à Rutgers University (sobretudo à Dr. Lisa C. Klein) pela oportunidade de Pós-Doutorado.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Lambilly, H. e Klein,L.C., J.Non-Crystalline Solids, 102(1988), 269-274, North-Holland, Amsterdam.

[2] Schwartz,I., Anderson,P.,Lambilly,H. e Klein,L.C.,J.Non-Crystalline Solids, 83(1986),391-399.

[3] Ho, S.F., Szu,S.P. e Klein,L.C., Solid State ^{29}Si and ^{7}Li Spectroscopic Studies of Lithium Aluminosilicate Gels, 5th International Ultrastructure Process Conference - February 17-21, Orlando,Florida,USA.

[4] Szu,S.P.,Klein,L.C. e Greenblatt,M., J.Non-Crystalline Solids, 121(1990),90-97.

[5] Wakamatsu,H.,Szu,S.P.,Klein,L.C. e Greenblatt,M.-Effect of Lithium Salts on the Ionic Conductivity of Lithium Silicate Gels, Proc.Sixth International Workshop on Glasses and Ceramics from Gels (Seville, Spain, October 10,1991).

[6] Ogasawara,T., Relatório Final de Pós-Doutorado (28/1/91-11/12/91), Ceramics Department, Rutgers University, Piscataway,New Jersey,U.S.A.

ELETRÓLITO SÓLIDO SOL-GEL DE ALUMINO-SILICATO DE LÍTIO EM BATERIAS DE LÍTIO: EXPERIÊNCIAS INICIAIS

Tsuneharu Ogasawara

Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE/UFRJ

SUMÁRIO

São descritas as experiências iniciais realizadas no Departamento de Cerâmica da Rutgers University, New Jersey, EUA, sobre o emprego de eletrólito sólido sol-gel de alumino-silicato de lítio em bateria de lítio operando com catodo sinterizado de óxido metálico (de MnO_2 ou CuO).

Os resultados indicam que um bom contato iônico entre o eletrólito sólido e o catodo sinterizado pode ser obtido aplicando sobre este último filmes finos sol-gel do desejado eletrólito. O estabelecimento de um bom contato iônico entre o eletrólito sólido e o anodo requer o emprego de atmosfera gasosa suficientemente inerte, sem o que uma película isolante de óxido de lítio se formará. O contato anodo/eletrólito sólido pode ser parcialmente restaurado pela aplicação de uma película de eletrólito orgânico à superfície do lítio.

1. INTRODUÇÃO

Motivos de segurança na operação ou estocagem da bateria levaram à pesquisa de eletrólitos sólidos para seu emprego em baterias de lítio; a Rutgers Univesity vem desenvolvendo um eletrólito sol-gel para tal fim há vários anos[1,2]. O presente artigo reporta parte do trabalho realizado pelo autor em seu Pós-Doutorado no EUA[3].

2. O DESENHO DA BATERIA E DA CÂMARA SECA

Na Fig.1 está o esquema da bateria de Li, enquanto a Fig.2 mostra a câmara seca de argônio onde a bateria é montada e testada, para minimizar a oxidação do Li metálico.

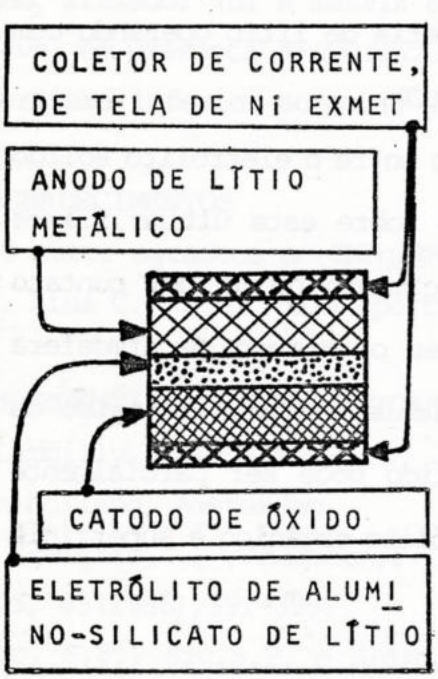


Fig.1 - Esquema da bateria de lítio.

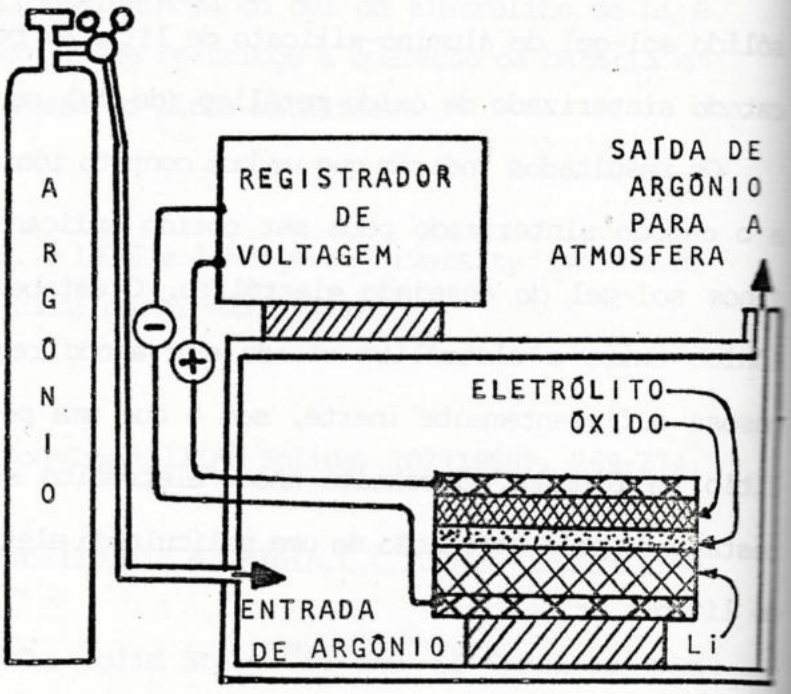


Fig.2 - Montagem da bateria e medição da tensão a circuito aberto.

3. O DESENVOLVIMENTO DE CATODOS

Foram desenvolvidos catodos densos de óxidos metálicos em forma de pastilhas (de 1 a 2mm de espessura) ou de lâminas (de espessura inferior a 0,5 mm), por prensagem e sinterização em alta temperatura: 800°C no caso de CuO e 1000 a 1100°C no caso de MnO_2, puro ou litiado.

4. O DESENVOLVIMENTO DO ELETRÓLITO SÓLIDO SOL-GEL

O eletrólito, desenvolvido pela equipe da Dr.Lisa C. Klein, na Rutgers University, consistiu de umgel de alumono-silicato de lítio composto de: 83 mol% SiO_2, 15 mol% Li_2O e 2 mol% Al_2O_3. Este gel foi aplicado em forma de filmes finos sobre uma superfície plana de cada peça de catodo de óxido metálico sinterizado e, após secagem, foi submetido a tratamento térmico de calcinação ao ar a 500°C. O procedimento foi repetido até completar 10 aplicações em cada peça, correspondendo a uma espessura de camada de eletrólito de cerca de 2 a 3 µm.

5. RESULTADOS DOS TESTES DE BATERIAS

Estes testes consistiram na montagem da bateria de lítio e a medição da voltagem a circuito aberto, E, de cada bateria montada. O registrador de voltagem foi previamente calibrado.

Verificou-se de início que a atmosfera de argônio no interior da câmara seca não era suficientemente inerte para evitar a oxidação superficial das tiras de lítio metálico. A fim de avaliar as implicações disto, duas diferentes medições foram feitas em cada bateria: uma "a seco" (contato direto do anodo oxidado de Li com o eletrólito sólido) e uma "a úmido" (aplicação de uma película de eletrólito orgânico, 0,1 molar de $LiNO_3$ em carbonato de propileno, à superfície do anodo oxidado de Li. Os resultados foram os seguintes:

Montagem A - com catodo em forma de lâmina de 90 mol% MnO_2 + 10 mol% LiOH, sinterizado a 1050°C. Teste "a úmido": E = 3,4V → E = 3,1V em 20 minutos. **Montagem B** - catodo análogo ao da Montagem A. "a seco": E=1,4V; "a úmido": E = 2,78V → E = 2,44V em 20 minutos. **Montagem C** - catodo em forma de pastilha de 90 mol% MnO_2 + 10 mol% LiOH, sinterizado a 1050°C. "a seco": E = 0,44V → E = 0,22V em 20 minutos; "a úmido": E = 2,2V. **Montagem D** - catodo em forma de pastilha de MnO_2 puro sinterizado a 1100°C. "a seco": E=0,22V; "a úmido": E=0,44V. **Montagem E** - catodo em forma de pastilha de CuO puro sinterizado a 800°C. "a seco": E=0,88V; "a úmido": E =2,1V.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos resultados das montagens A e B, constata-se que filmes finos de 2 a 3 µm do gel estudado apresentam suficiente condutividade para o desenvolvimento de E entre o anodo de Li e o catodo de MnO_2 litiado. O contato

anodo/eletrólito sólido é difícil a seco, mas melhorado a úmido. A comparação entre os resultados da Montagem C com aqueles de A e B mostra que catodo em forma de lâmina fina (espessura < 0,5mm) produz um maior valor de E do que catodo em forma de patilha mais grossa. A comparação entre o resultado a úmido da Montagem D com aquele a úmido de C indica que MnO_2 puro (tendo menor condutividade) dá um menor valor de E do que MnO_2 litiado. Na Montagem E, E = 2,1V a úmido concorda com o valor teórico de 2,348V; E=0,88V a seco, confirma dificuldade de contato a seco.

7. CONCLUSÕES

(a) filmes finos sol-gel de alumino-silicato de Li se aderem bem a catodo sinterizado de óxido metálico, dando bom contato iônico; (b) atmosfera de fato inerte é essencial para bom contato anodo de Li/eletrólito sólido; a intercalação de uma película de eletrólito orgânico permite minorar o problema; (c) é importante reduzir a espessura do catodo sinterizado; (d) MnO_2 litiado é muito melhor material de catodo do que o MnO_2 puro.

8. AGRACECIMENTOS

O autor agradece ao CNPq/RHAE, à UFRJ é à Rutgers University (sobretudo à Dr.Lisa C.Klein) pela oportunidade de Pós-Doutorado.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Schwartz,I., Lambilly,H., Anderson,P. e Klein,L.C., J.Non-Crystalline Solids 83(1986),391-399, North-Holland, Amsterdam.

[2] Wakamatsu,H.,Szu,S.P., Klein,L.C., Greenblatt,M.,Effect of Lithium salts on the Ionic Conductivity of Lithium Silicate Gels, Proc. Sixth International Workshop on Glasses and Ceramics from Gels (Sevilha, Espanha, 10 outubro/91).

[3] Ogasawara,T., Relatório Final de Pós-Doutorado (28/1/91-11/12/91), Ceramics Department, Rutgers University, Piscataway,N.J.,U.S.A.

MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DE TRINCAS UTILIZANDO A TÊCNICA DE QUEDA DE POTENCIAL AC.

Neide Mariano, Luiz Vicente Vareda, Dirceu Spinelli.
Departamento de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP, SP.

SUMÁRIO

Vários métodos foram desenvolvidos para monitorar o crescimento de trinca em corpos de prova padronizados, porém, atualmente a técnica de queda de potencial elétrico tem despertado grande interesse. O método de queda de potencial consiste na passagem de uma corrente constante contínua (DC) ou alternada (AC) através do corpo de prova. Com o crescimento da trinca ocorre um aumento na resistência do corpo de prova e consequentemente na diferença de potencial elétrico.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver, montar e calibrar o sistema de medida de queda de potencial com corrente alternada (AC), para o monitoramento do crescimento de trinca em ensaios de propagação de trinca por fadiga, utilizando corpo de prova do tipo C(T).

O sistema projetado consiste de um amplificador "lock-in", uma fonte de corrente alternada, um tranformador de isolação e um registrador.

Através deste sistema foi possível obter a curva de calibração experimental, através da variação do comprimento de trinca normalizado em função da variação do potencial normalizado, de um aço ARBL (API/X70).

1- INTRODUÇÃO

Na área de Mecânica da Fratura várias técnicas foram desenvolvidas para monitoramento do crescimento de trinca em corpos de prova padronizados,como a variação da flexibilidade, emissão acústica, ultra-som e queda de potencial elétrico.

O método de queda de potencial tem despertado grande interesse, uma vez que através deste método pode-se obter um monitoramento de trinca contínuo (ininterrupto) e a detecção do início da trinca, que é essencial para ensaios em ambientes agressivos e ou líquidos. Esta técnica consiste na passagem de uma corrente constante contínua (DC) ou alternada (AC) [1,2] através do corpo de prova. Optou-se neste trabalho por utilizar e desenvolver a técnica de queda de potencial AC, pois esta apresenta algumas vantagens sobre a DC como [3,4,5]:
1-São utilizados baixos níveis de corrente (~ 1A), o que evita problemas de aquecimento do corpo de prova.
2-A sensibilidade às alterações no comprimento da trinca é pouco afetada pelo tamanho da amostra.
3-Insensibilidade à força eletromotriz induzida termicamente.

2- MATERIAL E MÉTODO

O sistema de queda de potencial consiste de um amplificador "Lock-in", um amplificador de potência (fonte de corrente alternada), um transformador de isolação e um registrador, conforme esquematizado na Figura 1. A fonte de corrente é alimentada por um sinal de referência do amplificador "Lock-in", a qual irá gerar corrente alternada constante que passará pelo corpo de prova. Em ensaios de propagação de trinca por fadiga a utilização de potencial normalizado elimina os efeitos dependentes do corpo de prova.

O potencial normalizado, V^*, é geralmente expresso por:

$$V^* = (V - V_o)/V_o$$

onde V_o é o potencial de referência e V o potencial absoluto.

Assim, a curva de calibração obtida experimentalmente é independente da intensidade de corrente, espessura ou tamanho do corpo de prova, desde que a corrente permaneça constante e

a geometria do corpo de prova a mesma. Os fatores que influênciam a calibração são o tipo do corpo de prova e a localização dos terminais de entrada de corrente e leitura do potencial no corpo de prova [3,5]. Neste trabalho foi utilizado um aço de alta resistência e baixa liga (API/X70), ensaiado em propagação de trinca por fadiga e corpo de prova do tipo C(T).

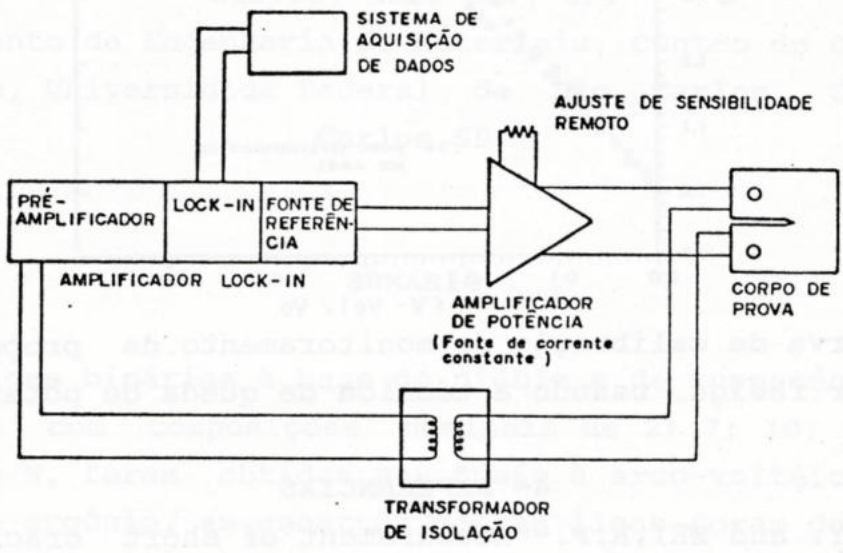


Fig.1. Diagrama de Bloco do Sistema de Queda de Potencial AC.

3- RESULTADOS E CONCLUSÕES

A curva de calibração experimental foi obtida através do comprimento de trinca normalizado, a/a_o, onde a é o comprimento de trinca absoluto e a_o é o comprimento de trinca de referência, em função do potencial normalizado (V^*), apresentada na Figura 2.

A curva de calibração apresenta resultados preliminares da técnica utilizada, pois pretende-se futuramente automatizar o sistema de monitoramento de trinca, para obtenção de dados e controle do crescimento de trinca, através de programas específicos a serem desenvolvidos.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi contribuir com curvas de calibração experimentais, de modo que o sistema de queda de potencial AC construído possa ser utilizado no monitoramento dos ensaios de propagação de trinca por fadiga.

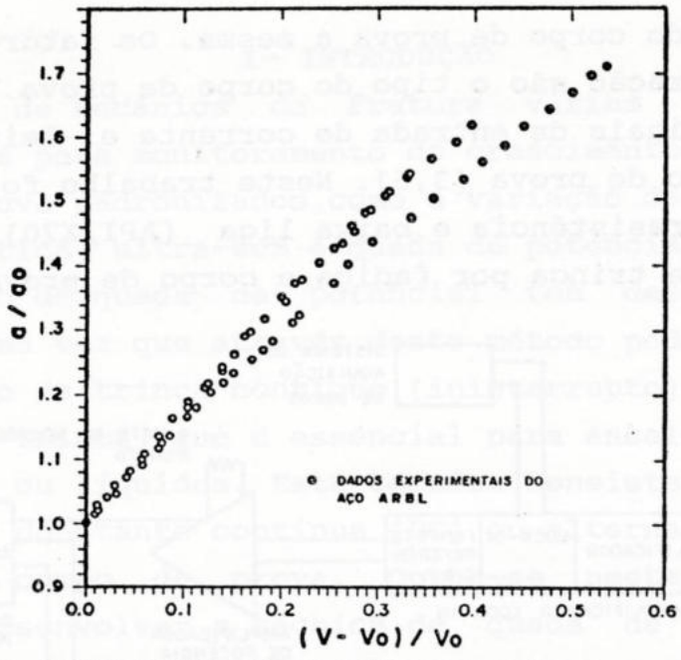


Fig.2. Curva de calibração do monitoramento da propagação de trinca por fadiga, usando a técnica de queda de potencial AC.

4- REFERÊNCIAS

1. NAKAI,Y. and WEI,R.P.-"Measurement of short crack lengths by AC potential method".- **Engineering fracture mechanics**, 32 (4),1989.
2. WEI,R.P. and BRAZIL, R.L.-"An Assessment of AC and DC potential system for monitoring fatigue crack growth".-In:HUDAK JR., S.J. & BUCCI, R.J., eds. Fatigue crack growth measurement and data analysis.Philadelphia, **ASTM STP** 738,1981.
3. OKUMURA,N. et alli.-"Application of the AC potential drop technique to the determination of R curves of tough ferritic steels".- **Engineering fracture mechanics**, 14 (3), 1981.
4. PISARSKI,H.G. and GARWOOD,S.J.-" A review of ductile crack initiation and crack growth measurement methods".- **The welding institut research bulletin**, 1978.
5. GIBSON,G.P.-"The use of alternating current potential drop for determine J-crack resistance curves".- **Engineering fracture mechanics**, 26(2), 1987.
6. GIBSON, G.P.-"Evaluation of the AC potential drop method to the determine J-crack resistance curves for a pressure vessel steel".- **Engineering fracture mechanics**, 32(3), 1989.

EFEITO DA ADIÇÃO DO TUNGSTÊNIO NAS SOLUÇÕES SÓLIDAS DE HIDROGÊNIO EM LIGAS BINÁRIAS COM NIÓBIO

Neide Mariano[1] e José Roberto G. da Silva[2] .

[1]Departamento de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP, SP.

[2]Departamento de Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar,São Carlos,SP.

SUMÁRIO

As ligas binárias à base de nióbio e de tungstênio de alta pureza com composições nominais de 2; 7; 10; 15 e 20% atômico de W, foram obtidas por fusão à arco-voltáico em atmosfera de argônio, as amostras dessas ligas foram dopadas com hidrogênio de alta pureza em equilíbrio com a atmosfera gasosa circundante, em distintas temperaturas à pressão parcial de 80 torr., e para realizar as dopagens as amostras foram aquecidas em atmosfera de hidrogênio dentro de uma câmara de reação por aproximadamente 20 horas e posteriormente, foi realizado um rápido resfriamento e análise das amostras por reaquecimento em analisadores de gás.

A partir dos dados experimentais de solubilidade, foi possível obter os parâmetros numéricos da entalpia e entropia parciais molares dessas soluções sólidas intersticiais e constatou-se que na faixa de composição considerada, a adição de tungstênio ao nióbio tem efeito de diminuir a solubilidade de equilíbrio do hidrogênio intersticial.

1- INTRODUÇÃO

Atualmente, as interações de metais e ligas com atmosfera gasosa têm sido intensamente pesquisada devido à interesses tecnólogicos (fragilização mecânica por hidrogênio, técnicas de preparação e purificação de metais e ligas) e científicos (difusão, interação solvente-soluto intersticial, interação entre defeitos e soluto intersticial,cinética de dissolução de gases na superfície do metal),[1-5].

As ligas binárias refratárias à base de nióbio adquirem importância tecnológica como materiais estruturais resistentes à corrosão e aplicações nucleares, e as principais ligas comerciais à base de nióbio e tungstênio são: Cb-752 (Haynes Stellite); Cb-74 (Union Carbide Alloys), e a D-43 (Du Pont) [6].

2- MATERIAL E MÉTODO

As ligas de Nb-W com composição nominal de 2;7;10;15 20% de W, foram preparadas por fusão à arco-voltáico em atmosfera de argônio , em seguida submetidas à tratamento térmico de homogeneização a 1000°C, em vácuo de 10^{-5} torr. por aproximadamente 20 horas.

A absorção do hidrogênio pelas amostras das ligas Nb-W e do nióbio puro, foi realizada utilizando a técnica de equilíbrio do metal exposto a uma determinada temperatura com o gás hidrogênio mantido a uma dada pressão, e para isso foi projetado e construído um equipamento para reação metal-gás, esquematizado na Figura 1 [7]. A técnica utilizada para medir a concentração de hidrogênio nas amostras foi a de extração à quente com gás de arraste (nitrogênio), usando um Analisador de Hidrogênio.

A partir dos dados experimentais de solubilidade de equilíbrio de hidrogênio nas ligas Nb-W e no Nb puro, na faixa da temperatura estudada, pode-se obter as grandezas termodinâmicas $\overline{\Delta H}^{\circ}$ e $\overline{\Delta S}^{\circ}$, através da Lei de Sieverts de solubilidade de equilíbrio, dada pela equação (1) [8].

$$\theta = \beta\, P_{H_2}^{1/2} \exp\left[-\left(\frac{\overline{\Delta H}^{\circ} - T\,\overline{\Delta S}^{\circ}}{RT} \right) \right] \qquad (1)$$

onde: θ é solubilidade de equilíbrio de hidrogênio, (razão atômica); $\beta = 6$ é o número de sítios intersticias (de simetria tetraedral neste caso), por átomo de solvente; $\overline{\Delta H}^{\circ}$ é a entalpia parcial molar de dissolução do hidrogênio (Kcal/mol); $\overline{\Delta S}^{\circ}$ entropia parcial molar de dissolução do hidrogênio (cal/mol K) P_{H2} é a pressão parcial de H_2 (atm); R é a constante universal dos gases (cal/mol K); T é a temperatura absoluta (K).

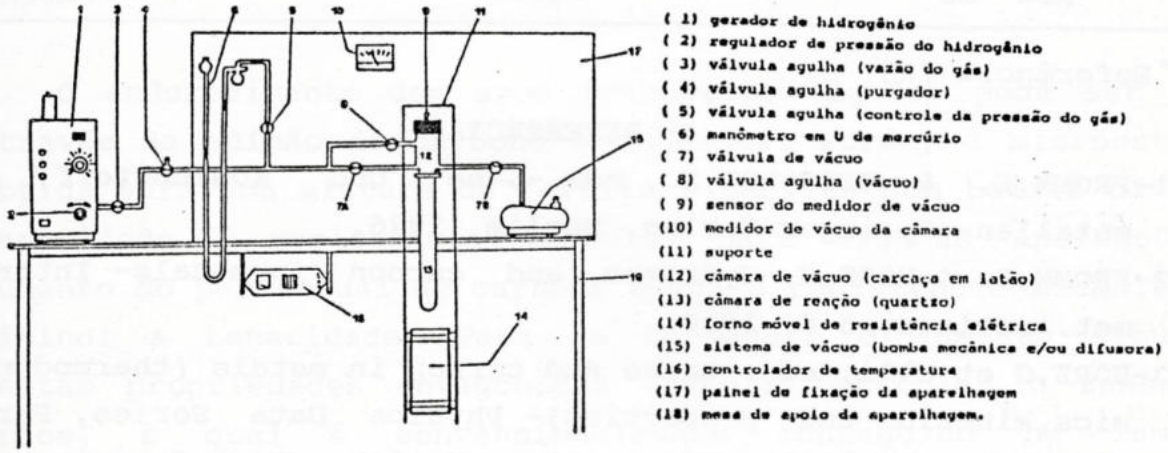


Fig.1- Esquema do equipamento para reação metal-gás.

3- RESULTADOS E CONCLUSÃO

A partir dos dados de solubillidade pode-se verificar que a presença do soluto substitucional tungstênio na rede cristalina do nióbio leva à uma diminuição da solubilidade de equilíbrio do soluto intersticial hidrogênio a dada temperatura, quando comparada à solubilidade de equilíbrio do hidrogênio em nióbio puro. Os resultados obtidos dos valores de entalpia e entropia parciais molares estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros termodinâmicos da dissolução do hidrogênio nas ligas Nb-W à pressão parcial de 80 torr.

Material	$-\overline{\Delta H}^{\circ}$ (Kcal/mol$_H$)	$-\overline{\Delta S}^{\circ}$ (cal/mol K$_H$)
Nb[a] (puro)	8,60	—
Nb (puro)	8,76	7,10
NbW 2	8,61	7,31
NbW 7	3,02	11,42
NbW 10	1,92	12,74
NbW 15	6,76	9,23
NbW 20	2,78	14,02

[a]Referência [9]

4- REFERÊNCIAS

1-FROMM,E. & GEBHARDT,E., eds.-Gase und kohlenstoff in metallen- Springer Verlag, Berlim, 1976.

2-FROMM,E. & HÖRZ,G.-Hydrogen and carbon in metals- Intern. met. reviews, 5-6, 1980.

3-HÖRZ,G et alli, eds.-Gases and carbon in metals (thermodynamics,kinetics and properties)- Physics Data Series, Parte I a XXIII,Fachinformationszentru, Karlshue/West Germany.

4-McLELLAN,R.B. & HARKINS,G.G.-Hydrogen interactions with metals-Mater. sci. enger, 18,1975.

5-SAVITSKII,E.M. & BURKHANOV,G.S. - Physical metallurgy of refractory metals and alloys- Consultants bureau, N.Y, 1970.

6-CHANG,H.C. & ONO,K.-Direct production of the Nb-10%W1%Zr0.1%C alloys from the constituent metal oxides by combined carbothermal reduction electron beam melting method J. less. common metals,95,1983.

7-MARIANO,N. -Soluções sólidas de hidrogênio em ligas nióbio-tungstênio-Dissertação de mestrado, UFCar,São Carlos,1989.

8-FLANAGAN,T.B., eds.-Thermodynamics of metals-hydrogen systems, Hydrogen in metals, N.Y., Plenum Press, 1981.

9-EBISUZAHI,Y. & O'KEEFFE,M.,eds-The solubility of Hydrogen in transation metals and alloys- Prog.solid state chem.,1967.

CICLAMENTO TÉRMICO E REFINAMENTO DE GRÃO FERRÍTICO DE UM AÇO C-Mn-Nb

Carlos Nelson Elias, D.Sc.
José Carlos Bruno, D.Sc.

Seção de Eng Mecânica e de Materiais
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
Pr General Tibúrcio 80 - Praia Vermelha
22 290 Rio de Jeniro , RJ
FAX (021) 275 9047

RESUMO

O endurecimento dos aços fracamente ligados pode ser obtido através da adição de carbono e manganês. Porém, a microestrutura obtida será uma mistura de ferrita e perlita com baixos níveis de tenacidade e resistência mecânica para algumas aplicações. O aumento do percentual de carbono eleva a resistência mecânica, mas diminui a tenacidade. Para se conseguir o aumento simultâneo destas propriedades antagônicas deve-se controlar o tamanho de grãos, o qual é convencionalmente conseguido na laminação controlada e pela adição de pequenas concentrações de refinadores de grão, como o nióbio, vanádio e titânio.

Neste trabalho analisa-se o efeito do número de ciclos térmicos como meio alternativo para se conseguir o refinamento de grão ferrítico. Este método pode ser útil quando se deseja refinar a microestrutura de peças que foram aquecidas na faixa de temperatura que ocorre o crescimento de grão austenítico, como por exemplo durante a soldagem e tratamentos termoquímicos.

Trabalho submetido à apresentação no XII Seminário de Ciências Exatas e Engenharias.

1. INTRODUÇÃO

Uma das preocupações constantes do engenheiro de materiais está relacionada ao aumento da resistência mecânica dos materiais sem haver a diminuição da tenacidade, já que o aumento de uma destas propriedades reduz a outra. O refino de grão é um método útil e econômico para se melhorar ambas as propriedades dos materiais policristalinos; os contornos de grão são barreiras para a movimentação das discordâncias e absorvedores da energia de propagação de defeitos do tipo trincas e microtrincas.

O controle do tamanho de grão ferrítico em aços ferrítico-perlíticos e o controle do tamanho das colônias perlíticas em aços eutectóides, é obtido através do controle do tamanho de grão austenítico, o qual pode ser conseguido através da normalização [1], austenitização repetida [2], laminação controlada [3] e adição de alumínio [4] ou de microligantes [5].

Recentemente, iniciou-se o estudo do refinamento de grão ferrítico através de ciclos térmicos, e tem-se obtido bons resultados [6]. Neste trabalho analisa-se o efeito do baixo número de ciclos térmicos no refinamento de grãos ferríticos de um aço C-Mn-Nb.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Mediu-se o tamanho de grão ferrítico de dois grupos de amostras do aço 0,10C 0,84Mn 0,20 Si 0,026Nb aquecidas a 950 C durante duas horas, resfriadas em óleo (grupo A) ou no forno (grupo B), e submetidas a 1, 3 ou 5 ciclos de aquecimento a 950 C durante 10 minutos seguido de resfriamento ao ar.

3. RESULTADOS

As amostras resfriadas no forno apresentaram microestrutura inicial constituida de ferrita e perlita, com presença de bandeamento, figura 1A. As amostras resfriados no óleo apresentaram microestrutra polifásica constituída de ferrita, martensita, austenita, carbonetos alinhados e carbonetos não alinhados, figura 1B.

O histograma da figura 2 mostra a variação do tamanho de grão ferrítico das amostras. Os espécimens resfriados no forno apresentaram tamanho de grão ferrítico inicial de 54,6 μm. Não se mediu o tamanho do grão ferrítico inicial das amostras do grupo A, face a dificuldade em revelar a microstrutura e presença de quatro outras fases.

Pode-se observar na figura 2 que a série refriada no forno apresentou refinamento de grão ferrítico já no primeiro ciclo térmico, não havendo variação estatisticamente significativa no tamanho dos grãos nos ciclos seguintes. Após os ciclos térmicos, as amostras resfriados em óleo apresentaram tamanho dos grãos aproximadamente igual às das resfriadas no forno. Este resultado mostra que, no presente caso, a microestrutura inicial não tem influência no refinamento dos grãos, figura 1.

O refinamento do grão ferrítico acontece porque o período de aquecimento no campo austenítico é pequeno, não dando tempo para ocorrer crescimento de grão austenítico. Isto gera grãos mais finos após a transformação austenita-ferrita ou austenita-perlita. Por ocasião da reaustenitização a reversão da transformação austenítica terá um maior número de sítios favoráveis para iniciar a formação de novos grãos austeníticos. E quanto maior o número de sítios, menor será o tamanho dos grãos austeníticos, e por conseguinte da fase estável á temperatura ambiente após o resfriamento.

4. CONCLUSÕES

Um baixo número de ciclos térmicos induziu um refinamento do grão ferrítico do aço analisado, não havendo influência da microestrutura inicial para as amostras refriadas no forno ou em óleo.

BIBLIOGRAFIA

1. W.C. Leslie, "The Physical Metallurgy of Steels", McGraw Hill Kogakusha 1982.
2. R.A. Grange, Met.Trans. 2A 65 (1971).
3. G.R. Speich, and D.S. Dabkowski, in Hot Deformation of Austenite, AIME, New York (1977).
4. O.O. Miller, Trans.Am.Soc.Met. 43 260 (1951).
5. T. Gladman, Proc.Roy.Soc. (London) 294A 298 (1966).
6. J.C. Bruno, e C.N. Elias, a ser apresentado no XLVII Congresso ABM, Belo Horizonte (1992).

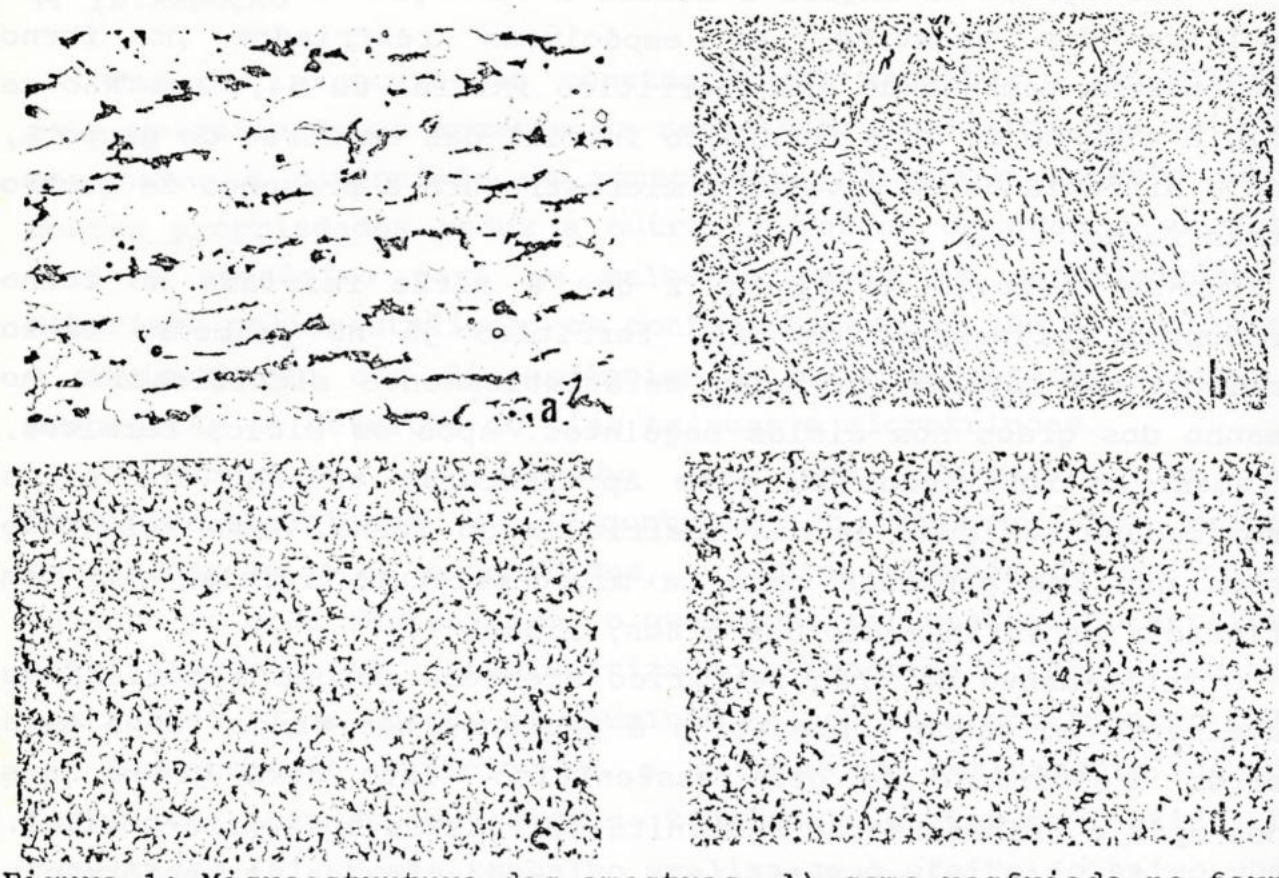


Figura 1: Microestrutura das amostras. A) como resfriada no forno; B) como resfriada em óleo; C) resfriada no forno e um ciclo térmico; D) resfriada em óleo e um ciclo térmico.

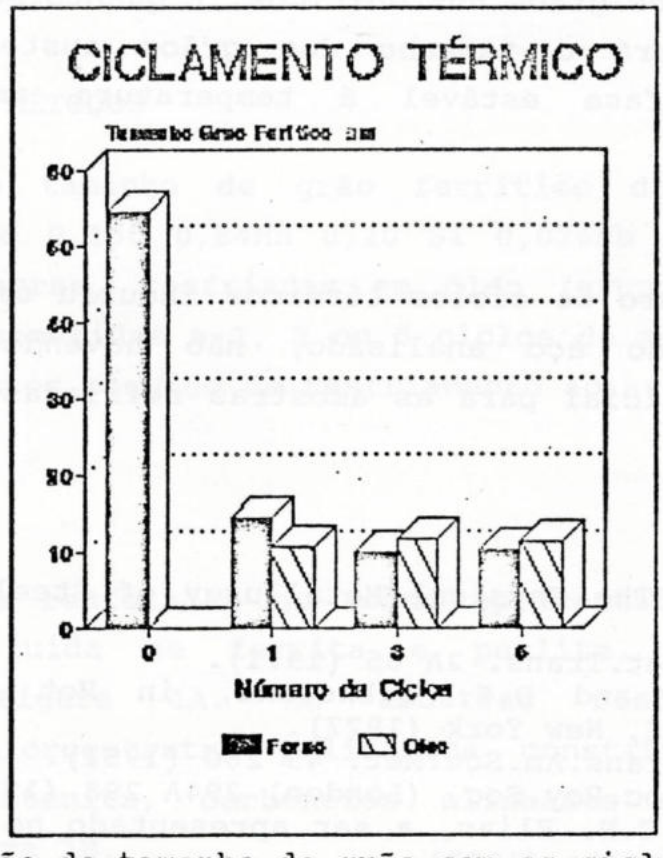


Figura 2: Variação do tamanho de grão com os ciclos térmicos.

TIPOS DE CORROSÃO OBSERVADOS COM A LIGA $TiAl_6V_4$ e AÇO INOXIDÁVEL 316L EM SOLUÇÃO DE SORO FISIOLÓGICO

Ivan Ramires
Nádia S. S. Viaro
Iduvirges Lourdes Muller
Departamento de Química - UFSM
Faculdade de Eng. Metalúrgica - UFRGS

SUMÁRIO

O fluído do corpo humano consiste em uma solução aerada , com aproximadamente 1% de cloreto de sódio,além de outros sais minerais e compostos orgânicos a uma temeperatura de 98 a 99ºF .

Este trabalho teve o objetivo de estudar o fator resistência à corrosão e tipos de corrosão observada na liga Ti6%Al4%V e aço inoxidável 316L para serem aplicados em fraturas de ossos, em implantes dentários ou como qualquer corpo estranho necessário ao organismo humano.

Para avaliar a corrosão destes materiais, utilizou-se técnicas eletroquímicas como curvas cronogalvanométricas e curvas de polarização anódicas cíclicas, além da análise microscópica da corrosão, quando ocorria.

Pela abertura de histerese foi evidenciado uma maior propensão à frestas no aço inoxidável 316L.

Verificou-se que o aço inoxidável 316L, nestas condições , sofre corrosão por pites , por fresta e corrosão generalizada , tendo um potencial de pite bem abaixo (500mV ECS) do que o potencial da liga de titânio, a qual sofre corrosão apenas por pites e por frestas, sendo que o seu potencial de pite é por volta de 1300mV (ECS). Também foi verificado que os pites são repassivados a -100mV (ECS) para o aço inoxidável 316L e a 1000 mV (ECS) para a liga de titânio, constatado pelas curvas de polarização anódicas e curvas de polarização cronogalvanométricas.

Pelas curvas potenciodinâmicas (600 mV/ min (ECS)) observou-se que havia a elevação do potencial de nucleação de pite.

INTRODUÇÃO

Implantes não tem formas simples nem estão expostos a meios homogêneos. Nestas condições, eles formam regiões catódicas e anódicas. A configuração do implante é tal que a superfície geral atua como capa e a corrosão e a hidrólise se concentram em um pequeno espaço de fresta. A região de contato entre uma placa e um parafuso pode criar uma fresta. No pequeno espaço, a troca entre líquido e oxigênio é limitada e uma situação perigosa ocorre, quando a superfície na fresta sofre corrosão ativa.

O método da curva de polarização anódica é um critério para avaliação da resistência de corrosão, utilizando o valor do "potencial de pite". Esta técnica nos dá uma indicação da resistência à iniciação do ataque, o qual ocorre como corrosão por pite. Mas este não é o mais frequente tipo de corrosão em implantes, sendo a corrosão por fresta responsável por aproximadamente 90% dos casos de corrosão. (1,2)

Um método adequado para a determinação qualitativa da resistência à corrosão por fresta nos materiais e a valiação da abertura da histerese produzida nas curvas de polarização anódicas cíclicas após a quebra da passividade. O método consiste em medir a diferença do Erep e Ep.. Erep é o potencial no qual a corrente de polarização alcança novamente valores passivos, depois de uma varredura anódica em que se ultrapassa o potencial de pite Ep. quanto menor a abertura da hesterese, maior é a resistência ao ataque por fresta.

Szklarska-Smialowska & Mankowski (3), concluiram que: "há um potencial crítico de corrosão por fresta perfeitamente reprodutível e é mais baixo que o potencial crítico de nucleação do pite".

Infelizmente os metais passivos sofrem corrosão por fresta mais facilmente do que corrosão por pite. (4)

A corrosão por fresta é simplesmente um tipo especial de corrosão por pite.

O potencial crítico de iniciação da fresta depende da geometria da fresta.

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Para estudar a corrosão, foram feitas curvas de polarização anódicas, potenciostáticas, potenciodinâmicas (velocidade de varredura 600 mV/min) e curvas cronogalvanométricas, em meio NaCl 0,9% aerado.

As células utilizadas para os testes foram colocadasem banho-maria termostatizado, à temperatura de 36,5 ºC +- 0,2ºC , construído em nosso laboratório. Estas células possuem 3 saídas nas quais foram colocados: eletrodo de referência de calomelano de dupla junção, adaptado a um microcapilar de Luggin; eletrodo de trabalho (corpo de prova e eletrodo auxiliar de platina em forma de rede.

Após cortados com disco abrasivo, numa espessura de, aproximadamente 1mm, os corpos de prova foram lixados com lixas d ' água de granulometria de 100 até 1000 e posteriormente foram polidos com alumina em politriz. O contato elétrico foi feito com fio de cobre, o qual foi envolvido por tubo de vidro e isolado do meio externo por resina epóxi.

Utilizou-se, para as curvas de polarização, potenciostato/galvanostato Princeton Applied Research, modelo 173 e registrador XT SERVOGOR S modelo R541.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas curvas de polarização anódicas, figura 1 (a e b) encontrou-se, para a liga $TiAl_6V_4$ um potencial de pite de 1300 mV (ECS) e potencial de repassivação de 1000 mV (ECS) e, para o aço inoxidável 316L um potencial de pite de 500 mV e potencial de repassivação de -100 mV (ECS). Os potenciais de repassivação tiveram estes valores aproximados confirmados pelas curvas cronogalvanométricas.

Baseado nestes dados, verificou-se que a liga de titânio é bem mais nobre do que o aço inoxidável estudado, quanto ao aspecto de corrosão.

A abertura da histerese, obtida pelas curvas de polarização anódicas cíclicas, é um método qualitativo que evidencia a propensão a frestas nos materiais testados. Entre as duas ligas, verificou-se uma maior tendência à corrosão por fresta no aço inoxidável do que na liga $TiAl_6V_4$.

Foram também feitas curvas de polarização potenciodinâmicas observando-se um aumento do potencial de nucleação de pites.

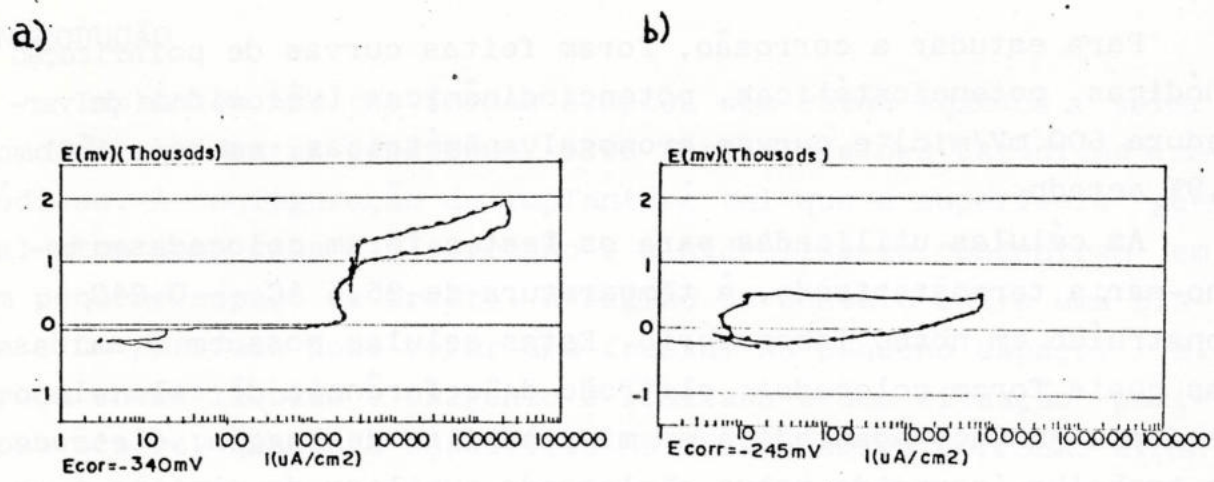


Figura 1 - Curvas de polarização anódicas cíclicas (1 ciclo) : a) Liga $TiAl_6V_4$ b) aço inoxidável 316L

BIBLIOGRAFIA

1 - Silva, R. A.; Barbosa M. A.; Costa, A. S.; Ribeiro, J.A. C. **"Estudo Analítico de Implantes e Próteses Ortopédicos"**,, Proc. "Materiais 85", V, S.P.M. (1985)

2 - Cook, S. D.; Thomas, K. A.; Harding, A. F.; Collins, C.L.; Haddad Jr.. R. J.; Mililic, M. and Fischer, W. L., **"The in-vivo Performance of. 250 Internal Fixation Devices: a Follow-Up Study"**, Biomaterials, 8, (1987), 177-184.

3 - Szklarska, Z-Smialowska and Mankosvski, J., **"Crevice Corrosion of Stainless Stells in Sodium Cloride Solution"**, Corros. Sci. 18 (1978), 953-960.

4 - Postlethwaite, J., **"Electrochemical Tests for Pitting and Crevice Corrosion Susceptibility"** Canadian Metallurgical Quaterly 22 (1), Canadá (1983), 133-141.

TENDÊNCIAS DA ANÁLISE DE FALHA E DA CONFIABILIDADE EM VLSI

MAURICIO O. PÉREZ LISBOA - JAVIER RAMIREZ FERNANDEZ
Laboratório de Microeletrônica - Escola Politécnica - USP
Depto. Engenharia Eletrônica-C.P. 8174, Fax (011)211-4308
01051 São Paulo - Tel.: (011) 815-9322 Ramal 3310

RESUMO

As têndencias da Análise de Falhas e da Confiabilidade em Circuitos de Larga Escala de Integração (VLSI) são revisadas, dando ênfase à mudança de filosofia a partir dos anos 90 com a prioridade em caracterizar a origem de uma falha (WTF) em detrimento de caracterizar o tempo para que aconteça uma falha (TTF) mediante ensaios em condições de extrema solicitação operacional e ambiental.

ABSTRACT

Trends of the failure analysis and the VLSI reliability are reviewed, emphasizing the change of philosophy from the nineties with the priority in characterizing the origin of failure (WTF) to the detriment of characterizing the time to occur a failure (TTF) by means of endurance test at condition of extreme operational and environmental requirement.

INTRODUÇÃO

O extraordinário crescimento da Microeletrônica tem promovido a utilização dos circuitos integrados nos mais diversos campos de aplicação na ciência e na engenharia. Subsistemas completos de grandes dimensões tem sido integrados em "chips" VLSI com evidentes vantagens no seu desempenho. As exigências da confiabilidade necessária para garantir um determinado tempo de vida em operação destes sistemas , são crescentes e transcendem cada vez mais a área de atuação dos seus usuários na esfera industrial. Em termos concretos as exigências, para garantir a confiabilidade dos VLSI dos anos 90, não podem ser extrapoladas pela simples razão que os circuitos não podem ser submetidos a um ensaio ou a um processo de triagem que forneça a expectativa de vida dentro das margens de confiança atualmente requeridas.

A evolução da confiabilidade iniciou-se nos anos 60 onde a sua caracterização foi realizada através de ensaios de vida acelerados. Nos anos 70, passou a ser realizada com procedimentos de triagem, utilizando-se envelhecimento acelerado por meio de solicitações extremas de polarização e de condições ambientais (temperatura, umidade, etc.). Na década dos anos 80 caracterizou-se pela maior ênfase dada à monitoração a nível das lâminas de silício durante a fabricação.

Esta nova tendência define as diretrizes dos anos 90 no sentido de enfatizar a identificação dos mecanismos que provocam uma falha em lugar de medir os intervalos de tempo em que as falhas ocorrem durante a realização de ensaios acelerados [1-4]. O foco da preocupação atual com o desempenho dos dispositivos semicondutores é encontrar uma resposta à questão: "por que falhou?" e não mais a caracterização do parâmetro TTF: tempo para falhar. Esta situaçao é configurada com o diagrama espinha de peixe apresentada na figura 1 onde são evidenciadas as novas têndencias e as existentes nas décadas anteriores aos anos 90.

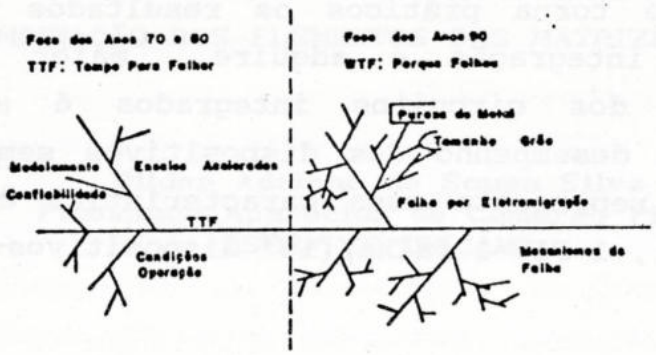


Fig.1. Diagrama espinha de peixe evidenciando as mudanças da engenharia da confiabilidade

TENDÊNCIAS DA DENSIDADE DE INTEGRAÇÃO

A evolução da densidade de integração observada nos circuitos VLSI atuais conforme ilustra a figura 2a, tem sido possível graças aos avanços tecnológicos tanto nas etapas dos processos de fabricação como nas regras de projeto .

O resultado desse esforço é medido pela capacidade de confinamento do corpo dos dispositivos conforme ilustra a figura 2b.

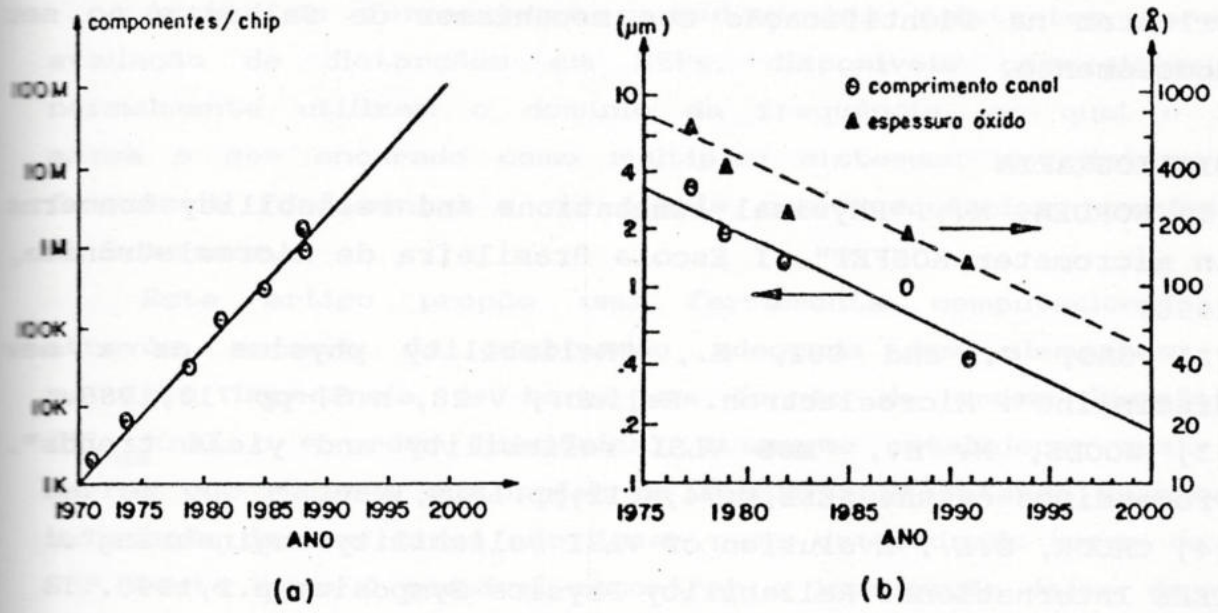


Figura 2 - Tendências da evolução dos VLSI [4]

Um aspecto que torna práticos os resultados do aumento da densidade de integração e adquire maior relevância na funcionalidade dos circuitos integrados é a garantia da preservação do desempenho dos dispositivos semicondutores. O parâmetro que representa essa característica é a unidade da taxa de falhas , 1 FIT=1 falha/(10^9 dispositivos-hora).

CONCLUSÕES

A evolução das tecnologias de fabricação de circuitos VLSI tem sido possível graças à otimização dos processos de fabricação das matérias primas e do projeto de circuitos. O resultado desta evolução é observado no aumento da densidade de integração e da confiabilidade dos circuitos. As expectativas indicam uma densidade de 100 megacomponentes por "chip" e falhas em torno 10 FIT para o ano 2000.

Com o aumento da complexidade, subsistemas completos de grandes dimensões tem sido integrados em circuitos de dimensões reduzidas, com evidentes vantagens no seu desempenho. Esta nova realidade indica que no futuro cabe exclusivamente ao fabricante a responsabilidade de garantir e avaliar a confiabilidade dos seus produtos. Neste sentido os esforços se orientam na identificação dos mecanismos de falhas e no seu modelamento.

BIBLIOGRAFIA

[1] WORDEM, M., "Physical limitations and reliability concerns in micrometer MOSFET". I Escola Brasileira de Microeletrônica, 1990.

[2] GAO, G. and GUI, X., "Reliability physics as a new discipline". Microelectron. Reliab., V 28, n 5, pp 713,1988.

[3] WOODS, M. H., "MOS VLSI reliability and yield trends". Proceedings of the IEEE,V.74,n.12,pp.1715,1986.

[4] CROOK, D.L.,"Evolution of VLSI reliability engineering". IEEE International Reliability Physics Symposium,p.2,1990.

Agradecimentos à **FAPESP** pelo auspício dado a esta pesquisa

UM MÉTODO DE PREVISÃO DE DISTORÇÕES HARMÔNICAS BASEADO NA COMBINAÇÃO DOS ELEMENTOS DAS MATRIZES $[Z_{bus}(n)]$

Clider Adriane de Sousa Silva
Francisca Aparecida de Camargo Pires
DSCE/FEE/UNICAMP

SUMÁRIO:

A presença de cargas não-lineares em um sistema elétrico de potência (SEP) acarreta, de um modo geral, distorções nas formas de onda de tensões e correntes deste sistema. Obviamente, tais distorções devem permanecer dentro de certos limites para o bom desempenho dos SEPs, sendo, as distorções de tensão objeto de maior preocupação por parte de concessionárias e consumidores.

Se as distorções presentes em um SEP forem periódicas, elas podem ser decompostas em suas componentes harmônicas. Deste modo, é possível estudar o sistema em questão utilizando-se o domínio da frequência (frequências harmônicas) ao invés de se utilizar o domínio do tempo.

Assim, as ferramentas computacionais existentes para a avaliação de distorções em SEPs, disponíveis comercialmente, normalmente utilizam o domínio da frequência, no qual o SEP passa a ser encarado como múltiplos sistemas: um sistema na frequência fundamental e os demais nas frequências harmônicas de interesse.

Este artigo propõe uma ferramenta computacional que através, apenas, da combinação adequada dos elementos das matrizes impedância de barra em função da ordem harmônica, ($[Z_{bus}(n)]$, n = ordem harmônica), consegue estabelecer quais as barras que maiores distorções de tensão apresentarão quando da instalação de uma carga não-linear numa determinada barra de um SEP. Deste modo é possível encontrar a localização ótima de uma carga não-linear para se obter as menores distorções harmônicas de tensão.

1. INTRODUÇÃO

Em sistemas elétricos, os níveis de distorção de tensão e/ou corrente presentes, decorrentes da operação de uma certa carga não-linear dependem notadamente da localização desta carga no sistema, sendo que o maior nível de distorção não ocorre necessariamente na barra onde a carga não-linear está instalada.A alteração da localização da carga não-linear na rede pode oferecer uma atenuação nos níveis de distorção harmônica. Para tanto é necessário conhecer qual é o impacto que a carga não-linear apresentaria em cada uma das possíveis localizações na rede.

Para a avaliação das distorções, as ferramentas computacionais existentes, além de exigirem o pleno conhecimento da parte linear do sistema, exigem o detalhamento da carga não linear e sua respectiva localização no sistema; e com estes dados, demandando normalmente um grande esforço computacional, é possível avaliar apenas as distorções oriundas daquela carga não-linear específica conectada em uma das barras do sistema. Deste modo são necessários tantos processamentos quantas forem as possíveis localizações da carga não-linear.

Sendo assim, uma metodologia mais apropriada para se avaliar o impacto que uma carga não-linear causaria, em termos de distorções, para o sistema em questão, poderia ser baseada na análise de fatores tabelados que pudessem traduzir as possíveis distorções presentes em todo o sistema sabendo-se apenas a localização e o porte da carga não-linear a ser instalada.

2. MÉTODO PROPOSTO

O procedimento geral para a obtenção da matriz $[Z_{bus}]$, desenvolvido originalmente para ser utilizado em fluxos de carga à frequência fundamental, pode ser utilizado para outras frequências. Deste modo, em um sistema de potência genérico, simétrico e equilibrado,para uma componente harmônica de ordem n, tem-se:

$$\dot{V}(n) = [Z_{bus}(n)] * \dot{I}(n) \qquad (1)$$

onde:

$\dot{I}(n)$ = vetor das injeções de corrente de ordem n nas barras

$\dot{V}(n)$ = vetor das tensões de ordem n nas barras do sistema

Observa-se facilmente, que se for levada em conta a presença de injeção harmônica em apenas uma barra do sistema, necessita-se de informações de apenas uma coluna da matriz $[Z_{bus}(n)]$ para a obtenção das distorções de tensão em todas as barras do sistema.

O tradicional Fator de Distorção Harmônica Total de Tensão numa barra i, (FDT_i), pode ser expresso de um modo diferente, objetivando expressar a distorção total de tensão da barra i quando se tem um conversor ideal de 6 pulsos conectado à barra j com uma corrente fundamental igual a 1,0 p.u., ou seja:

$$F_{i,j}(\%) = \sqrt{\sum_{n}^{\infty} \left(\frac{Z_{ij}(n)}{n} \right)^2} * 100 \qquad (2)$$

onde n = 5,7,11,13,17,19,23,25,...

Tais fatores podem ser avaliados a partir das matrizes $[Z_{bus}(n)]$ expressas em p.u., podendo ser agrupados de forma matricial, de modo a revelar as prováveis distorções presentes no sistema. Os elementos desta nova matriz indicarão a porcentagem da distorção harmônica total de tensão causada na barra i, tendo-se um conversor na barra j, e proporcionalmente ao porte do conversor, uma vez que a matriz está normalizada para 1,0 p.u. de corrente fundamental, podendo ser designados por Fatores Relativos de Distorção Harmônica Total de Tensão.

Deste modo, se para um sistema, $F_{3,4}$ = 5%, tem-se que a distorção harmônica total de tensão da barra 3 devido à instalação de um conversor ideal de 6 pulsos na barra 4, com uma corrente fundamental de 0,35 p.u., será de apenas 1,75%.

3. CASO SIMULADO

Como exemplo de aplicação do método, utilizou-se um sistema já estudado, presente na referência [1], contendo 8 barras e um conversor de 6 pulsos como fonte de injeções harmônicas. A Tabela 1 apresenta os Fatores Relativos de Distorção Harmônica Total de Tensão obtidos para o sistema em questão.

TABELA 1 - Fatores Relativos de Distorção Harmônica Total de Tensão em valores percentuais

Barra sob análise	CONVERSOR NA BARRA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,60	4,04	3,53	3,49	1,68	3,53	3,83	3,83
2	4,04	2,41	2,03	2,00	0,61	2,03	2,26	2,26
3	3,53	2,03	4,64	4,26	1,60	4,05	2,62	2,61
4	3,49	2,00	4,26	4,52	1,74	4,28	2,66	2,66
5	1,68	0,61	1,60	1,74	7,53	1,61	0,77	0,77
6	3,53	2,02	4,05	4,28	1,61	4,67	2,81	2,81
7	3,83	2,26	2,62	2,66	0,77	2,81	3,89	3,89
8	3,83	2,26	2,61	2,66	0,77	2,81	3,89	18,97

A tabela 2 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos pelo método proposto e os resultados presentes na referência [1], onde se considera um conversor ideal de 6 pulsos presente na barra 8, com uma corrente fundamental de cerca de 0,75 p.u..

TABELA 2 - FDT_i & $F_{i,8}$

Barra	FDT_i	$F_{i,8}$
1	2,88	3,83
2	1,70	2,26
3	1,96	2,61
4	2,00	2,66
5	0,58	0,77
6	2,11	2,81
7	2,93	3,89
8	14,26	18,97

4. CONCLUSÕES

Mediante análise dos resultados obtidos, bem como através do confronto destes com outros provenientes de estudos realizados anteriormente, pode-se afirmar que a eficácia atingida pelo método satisfaz os propósitos iniciais de se implementar uma ferramenta computacional capaz de avaliar distorções harmônicas de tensão, causadas pela operação de cargas não-lineares em um sistema elétrico, antes mesmo de sua efetiva instalação; dando assim um caráter aplicativo desta ferramenta a nível de planejamento.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] PIRES, F. A. C.; "Uma Contribuição ao Estudo de Harmônicas em Sistemas de Potência", Tese de Doutorado, UNICAMP, 1991.

[2] MELLO, C. A. F.; "Efeitos das Tensões e Correntes Harmônicas sobre os Sistema Elétrico e seus Componentes", Dissertação de Mestrado, UFMG, 1988.

[3] MONTICELLI, A. J.; "Fluxo de carga em Redes de Energia Elétrica", Edgard Blücher, 1983.

INTERFERÔMETRO MACH-ZEHNDER COM CONTROLE ACÚSTICO-ELETRO-ÓPTICO

Cláudio Kitano
Departamento de Engenharia Elétrica, UNESP-Campus de Ilha Solteira, Caixa Postal 31, I.Solteira, 15378-000, SP, Brasil

Marcello Scarpel Contini
Instituto Nacional de Telecomunicações-INATEL-Santa Rita do Sapucaí, Caixa Postal 05, 37540-000, MG, Brasil

José Edimar Barbosa Oliveira
Departamento de Circuitos e Microondas, Divisão de Engenharia Eletrônica, ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 12208-900, SP, Brasil

SUMÁRIO

As aplicações dos efeitos acústico-óptico e eletro-óptico para controlar as características de um interferômetro óptico tipo Mach-Zehnder são analisadas sob os pontos de vista teórico e experimental. Variações de frequência e de fase do sinal óptico foram determinadas experimentalmente utilizando uma célula Bragg, operando em 40MHz, e uma célula Pockels de $LiNbO_3$, com V_π = 440V. Os resultados experimentais mostram boa concordância com as previsões teóricas.

I - INTRODUÇÃO

A utilização de interferômetros ópticos para implementar sensores (sensores de pressão, temperatura, rotação, etc.) bem como processadores de sinais (filtros e moduladores) tem obtido sucesso expressivo nos últimos anos [1], [2], [3].

Neste trabalho analisamos teoricamente e experimentalmente um interferômetro tipo Mach-Zehnder no qual em um dos braços existe uma célula Bragg ou Acústico-Óptica (AO) e no outro existe uma célula Pockels ou Eletro-Óptica (EO). A presença da célula AO permite controlar a frequência do sinal óptico através de um sinal de RF, enquanto a célula EO permite o controle da fase do sinal óptico através da tensão elétrica. A combinação destes dois efeitos permite que se utilize o interferômetro para implementar vários dispositivos. A título de ilustração citamos: 1- controlador de fase de sinal de RF para utilização em redes de antenas, 2- medidor de tensões elétricas de valores elevados e 3- analisador de espectro de RF [1], [2], [4]. Resultados experimentais obtidos no ITA recentemente, mostram que uma varredura de fase de 2π rad de um sinal de RF é facilmente obtida utilizando o dispositivo analisado desta publicação.

II- INTERFERÔMETRO MACH-ZEHNDER

O interferômetro óptico Mach-Zehnder heterodino comtem em um dos seus braços um deslocador de frequências o qual introduz uma variação de frequência entre os sinais presentes nos dois braços do interferômetro. A figura 1 mostra o esquema básico do interferômetro heterodino.

O deslocamento de frequência é obtido normalmente através de interação acústico-óptica utilizando célula AO. Neste dispositivo uma onda acústica gerada, via transdutor piezoelétrico, propaga-se em um material opticamente transparente e provoca uma mudança no índice de refração do material. Uma onda óptica ao se propagar através da região ocupada pela onda acústica tem sua frequência alterada de um valor igual aquela da onda acústica. Quando a saída do interferômetro mostrado na figura 1 é acoplado a um fotodetector de lei quadrática obtém-se um sinal elétrico de saída cuja frequência é igual àquela da célula AO. Este resultado pode ser melhor descrito através do seguinte raciocínio: consideremos que o laser proporcione um sinal com amplitude A e frequência ω e que o divisor de feixes seja de 50% , logo em cada braço do interferômetro o campo elétrico é dada pela seguinte expressão:

$$A/\sqrt{2} \quad \cos(\omega t) \qquad (1)$$

O sinal do braço superior ao passar pela célula AO tem sua frequência

alterada de $\Delta\omega$ enquanto aquele do braço inferior mantem sua frequência. Os sinais dos dois braços são combinados no divisor de feixes de saída e são acoplados ao fotodetector quadrático; a resposta do fotodetector é proporcional ao valor médio do quadrado do campo elétrico, logo a saída será:

$$V_{saida} \propto A^2/2 \cdot (1 + \cos \Delta\omega\, t) \qquad (2)$$

que é um sinal cuja frequência é $\Delta\omega$, portanto,igual à frequência da célula AO. A forma de onda acima apresentada continua válida quando a razão de divisão de feixe difere de 50%.

Se à figura 1 acrescentarmos uma célula EO no braço inferior obtemos o interferômetro ilustrado na figura 2. A célula EO age como um modulador de fase e gera um deslocamento de fase do sinal óptico que é proporcional à tensão elétrica aplicada. Assumindo que a célula EO proporcione um desvio de fase $\phi(V)$, onde V é a tensão elétrica aplicada, a saída do fotodetector quadrático será dada por:

$$V_{saida} \propto A^2/2 \cdot \cos[\Delta\omega\, t + \phi(V)] \qquad (3)$$

onde $\Delta\omega$ é a frequência da célula AO, $\phi(V)$ é o desvio de fase induzido pela célula EO. A constante de proporcionalidade desta relação depende da eficiência de difração da célula AO e da eficiência quântica do fotodetector, dentre outros parâmetros.

A equação (3) mostra que a saída do interferômetro Mach-Zehnder heterodino com controle acústico-eletro-óptico é um sinal com frequência igual àquela da célula AO e fase controlada pela célula EO. A forma de onda prevista na equação (3) pode ser utilizada para alimentar uma rede de antenas e portanto possibilitar o ajuste eletrônico da fase dos elementos desta rede. Este ajuste permite que se controle o diagrama de irradiação da antena [1]. Uma investigação da dependência da fase na equação (3) em relação a tensão V revela também que é possível utilizar o interferômetro para medir esta tensão V. Tal técnica é particularmente atraente quando se trabalha com elevado nível de tensão e as técnicas convencionais são inadequadas.

III - PARTE EXPERIMENTAL

O sistema interferométrico heterodino mostrado na figura 2 foi montado no laboratório do ITA. Usou-se dois espelhos planos e dois divisores de feixes com relação 25/75. O feixe de laser de He-Ne (λ=6328nm) tinha um diâmetro de aproximadamente 1,2mm, nível de potência CW de 5mW e estava linearmente polarizado na direção cristalográfica y da célula EO. Esta célula (construída no

ITA com $LiNbO_3$) operava no modo de modulador de fase e possuia eletrodos transversais que aplicavam campo elétrico CC na direção y. A direção de propagação da luz laser coincide com o eixo óptico do cristal. O valor de V_π teórico era de 440V.

A célula acústico-óptica (Matsushita MOB 12) operou com eficiência de difração em torno de 10% no regime Bragg, com deslocamento em frequência de 40 MHz.

Após serem superpostos no segundo divisor de feixes os dois raios incidiam sobre um fotodiodo PIN, tipo BPX-65, com área sensora de 1.5 mm^2. O batimento de RF em 40MHz foi amplificado por um amplificador HP modelo 8447-A com largura de faixa em 3dB de 100kHz a 400MHz e em seguida amostrado em tempo real por um osciloscópio modelo HP 1821A/180A de 50MHz.

Variando-se a tensão CC aplicada à célula EO foram obtidos deslocamentos de fase induzidos que demonstram correlação 1:1 entre fase óptica e fase elétrica. A figura 3 mostra a relação experimental obtida entre a fase induzida e a tensão CC aplicada, variando de -2000V a +2000V. Observa-se a existência de controle multiciclo e boa linearidade.

IV - CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido uma análise teórica e experimental de um interferômetro Mach-Zehnder com controle acústico-eletro-óptico. Os resultados experimentais mostram boa concordância com as previsães teóricas. Entre as aplicações possíveis sugerimos o controle de fase de rede de antenas, medidor de tensões elevadas (Transformador de Potencial) e analisador de espectros .

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem o apoio financeiro da FAPESP (processo nº 90/4122-0), bem como o encorajamento contínuo proporcionado pelos professores Maria Elizabeth S. Gonçalves (IEFM/ITA) e Andre Luiz Cortes (IEE/ITA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SOREF,R.A., Voltage Controlled Optical/RF Phase Shifter, Journal of Lightwave Technology, LT-3(5): 992-998, 1985.

[2] RIZA,N.A. & PSALTIS,D.,Acousto-Optic Signal Processors for Transmission and Reception of Phased-Array Antenna Signals,Appl. Optics,30(23):3294-3303,1991.

[3] CASASENT,D. & CASASAYAS,F., Electro-Optical Processing of Phased-Array Antenna Data, IEEE Trans.on Aeroespace and Electronic Systems,AES 11(1):65-75,1975.

[4] KING,M. et alii, Real-Time Electrooptical Signal Processors with Coherent Detection, Appl.Opt., 6(8):1367-1375, 1967.

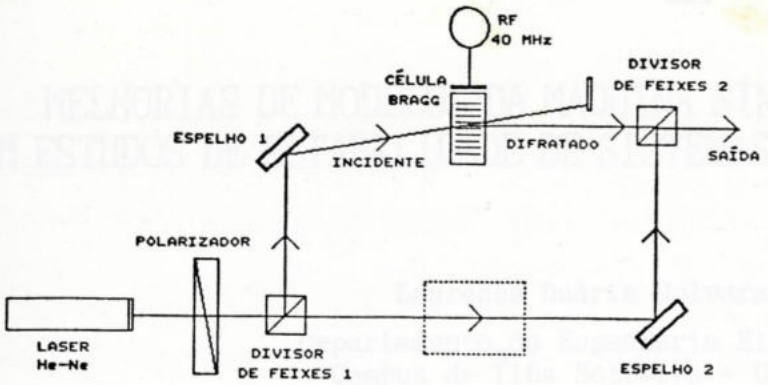


Fig.1-Interferômetro Mach-Zehnder com uma célula Bragg (AO) em um dos ramos.

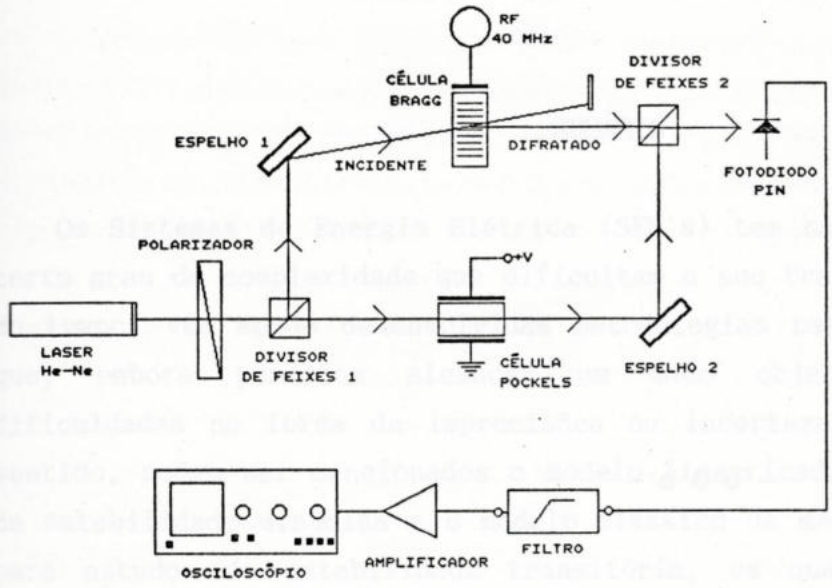


Fig.2-Interferômetro Mach-Zehnder com uma célula Bragg e uma célula Pockels (EO).

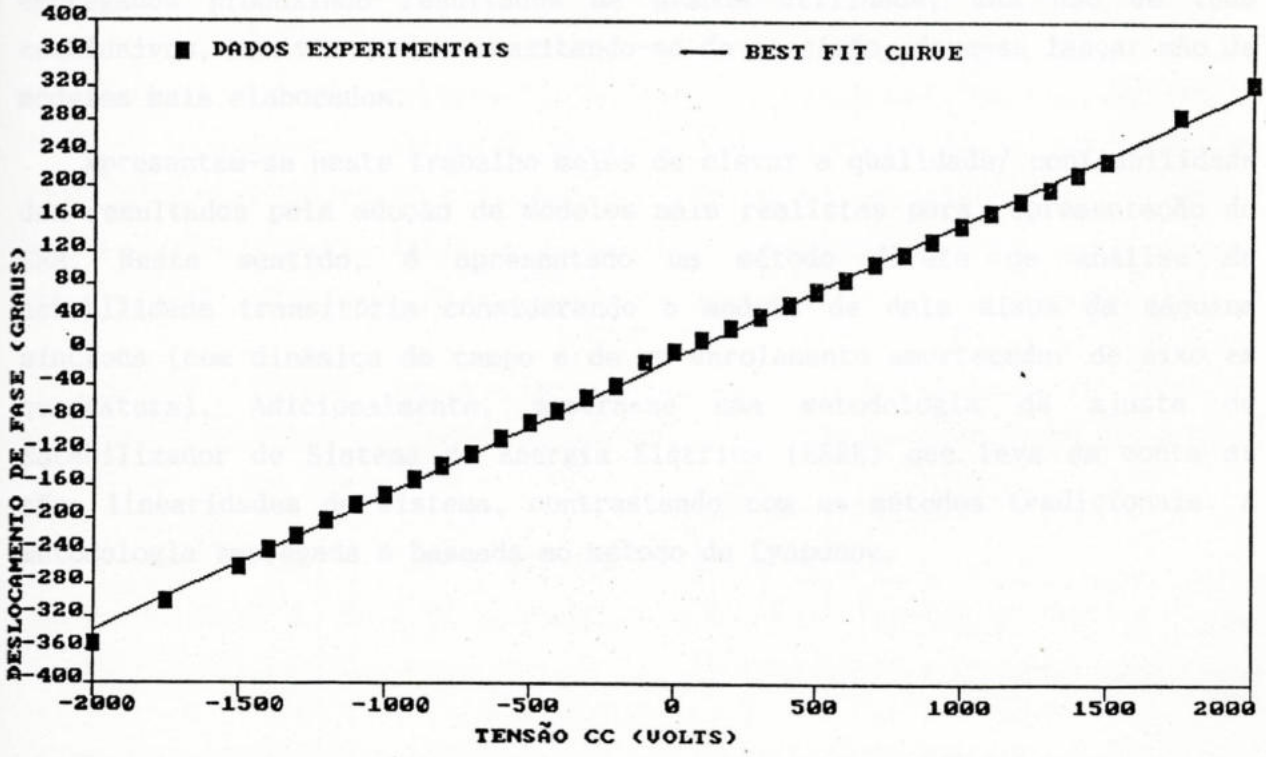


Fig.3-Resultado experimental obtido entre o deslocamento de fase induzido (graus) e tensão C.C. (volts) aplicada.

MELHORIAS DE MODELOS DA MÁQUINA SÍNCRONA EMPREGADOS EM ESTUDOS DE ESTABILIDADE DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Laurence Duarte Colvara
Departamento de Engenharia Elétrica
Campus de Ilha Solteira - UNESP
C. P. 31; CEP 15378 - Ilha Solteira (SP); Fone/fax (0187) 62 2125
E-mail UNESP@IPMET.UESP.ANSP.BR

SUMÁRIO

Os Sistemas de Energia Elétrica (SEE's) tem natureza não linear, e um certo grau de complexidade que dificultam o seu tratamento. Assim, ao longo do tempo, vêm sendo desenvolvidas metodologias baseadas em simplificações que, embora permitam alcançar um dado objetivo, introduzem novas dificuldades na forma de imprecisões ou incertezas dos resultados. Neste sentido, podem ser mencionados o modelo linearizado empregado para estudos de estabilidade dinâmica e o modelo clássico da máquina síncrona utilizado para estudos de estabilidade transitória, os quais têm sido largamente empregados produzindo resultados de grande utilidade, mas não de todo conclusivos, uma vez que, necessitando-se de precisão, deve-se lançar mão de modelos mais elaborados.

Apresentam-se neste trabalho meios de elevar a qualidade/ confiabilidade dos resultados pela adoção de modelos mais realistas para representação do SEE. Neste sentido, é apresentado um método direto de análise de estabilidade transitória considerando o modelo de dois eixos da máquina síncrona (com dinâmica do campo e de um enrolamento amortecedor de eixo em quadratura). Adicionalmente, mostra-se uma metodologia de ajuste do Estabilizador de Sistema de Energia Elétrica (ESEE) que leva em conta as não- linearidades do sistema, contrastando com os métodos tradicionais. A metodologia empregada é baseada no método de Lyapunov.

I. INTRODUÇÃO

Os modelos linearizados do Sistema de Energia Elétrica (SEE) têm sido de grande valia no estudo da estabilidade do ponto de operação bem como no desenvolvimento de ajustes de parâmetros com vistas a um melhor condicionamento do sistema; entretanto, os resultados encontrados valem, a rigor, para uma "pequena" região (não definida a priori) em torno do ponto de operação. Esta incerteza leva a indefinição sobre o comportamento do sistema diante de perturbações.

O modelo clássico da máquina síncrona representa exclusivamente as dinâmicas mecânicas da máquina, desconsiderando outras dinâmicas que podem assumir papel importante no transitório, e a vantagem de se obter resultados por métodos diretos utilizando este modelo tem o contraponto da incerteza dos resultados: a conclusão definitiva deve ser obtida através de simulação com modelos mais elaborados.

Estas dificuldades motivaram o estudo da abordagem de modelos mais realistas para consideração das máquinas síncronas em

(a) métodos diretos de análise de estabilidade transitória;

(b) ajuste de parâmetros da estabilização suplementar.

As duas abordagens - que preservam a natureza não linear do sistema - estão embasadas no Segundo Método de Lyapunov, de modo que o primeiro passo, após o estabelecimento do modelo, é a construção de uma Função de Lyapunov (FL) a qual é identificada como energia do sistema. No caso da estabilização suplementar, condições suficientes para a estabilização são obtidas da definição da FL. No caso da análise da estabilidade transitória, a FL é utilizada como no método da Superfície Limite de Energia Potencial (SLEP) para detectar limites estabilidade do SEE após uma dada perturbação.

O apresentado adiante é, evidentemente, uma descrição sumária das abordagens propostas.

II. FUNÇÃO DE LYAPUNOV PARA SISTEMAS DO TIPO DE PERSIDSKII

O sistema considerado é da forma

$$\dot{x} = A\,\Phi(x) + F(x) \;;\quad x \in R^n \qquad (1)$$

onde $\Phi: R^n \to R^n$ e $F: R^n \to R^n$. A função candidata a FL para a estabilidade do equilíbrio (origem) é ([1], [2])

$$V(x) = \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{n} p_{ij} \int_0^{x_j} \Phi_i(x_1 \ldots, \tau_j, \ldots, x_n)\, d\tau_j \qquad (2)$$

sendo as constantes p_{ij} elementos de uma matriz P. A derivada temporal $\dot{V}(x)$ ao longo das trajetórias de (1) é da forma

$$\dot{V} = -\frac{1}{2}\,[R\nabla V]^T Q\,[R\nabla V] + \nabla^T V\,[F - AR\psi]) \qquad (3)$$

onde $R = [P^T]^{-1}$, $Q = -[A^T P^T + PA]$ e ψ depende de P e Φ. Deve-se ter

$V(x) > 0$ $(\forall x \neq 0)$, $V(0) = 0$ e $\dot{V}(x) < 0$ $(\forall x \neq 0)$, $\dot{V}(0) = 0$.

III. ESTABILIZAÇÃO SUPLEMENTAR.

O sistema máquina vs. barra infinita incluindo estabilização suplementar na forma de realimentação de velocidade e potência é um sistema de ordem 6, cujo tratamento é no momento muito difícil. Com considerações sobre a natureza e escala de tempo das interrelações pode-se reduzí-lo para 3ª ordem preservando as variáveis eletromecânicas - cuja estabilidade interessa analisar - velocidade angular (ω), angulo (δ) e tensão interna (e): ([1])

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega} \\ \dot{\sigma} \\ \dot{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -M^{-1}D & -M^{-1} & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ \eta_{11} & -\eta_9 & -\eta_{10} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega \\ f(\sigma,e) \\ e \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\eta_2 \end{bmatrix} g(\sigma) \qquad (4)$$

onde η_9, η_{10}, e η_{11} dependem de parâmetros da máquina, do ponto de equilíbrio e do Estabilizador de Sistema de Energia Elétrica (ESEE). As funções não- lineares f e g são o torque líquido no eixo da máquina e corrente de eixo direto. Uma FL da forma (2) é obtida com uma matriz P diagonal tal que $F - AP^{-1}\Psi = 0$. Então, a definição de sinal de V depende unicamente da matriz Q de onde vêm condições sobre os parâmetros do ESEE de modo a assegurar a estabilidade do ponto de equilíbrio ([1]).

IV. ANÁLISE DE ESTABILIDADE TRANSITÓRIA - MODELO DE 2 EIXOS.

Considerando cada máquina do sistema com um enrolamento de campo e amortecedor de eixo em quadratura, o modelo do sistema de n máquinas para o regime pós- falta é dado por

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega} \\ \dot{\sigma} \\ \dot{e}_d \\ \dot{e}_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -M^{-1}D & -M^{-1}K^T & 0 & 0 \\ K & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -N_{1d} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -N_{1q} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega \\ \ell \\ e_d \\ e_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -N_{2d}h \\ -N_{2q}g \end{bmatrix} \qquad (5)$$

onde ω, σ, e_d e e_q são respectivamente os vetores de velocidades angulares, defasagens e tensões internas de eixo direto e quadratura; ℓ, h e g são funções não- lineares que representam o torque líquido no eixo da máquina e correntes de eixo em quadratura e direto; M, D,N's e K são matrizes. Para este sistema, adotando uma matriz P=diag[p_i] é possível obter $F\text{-}AP^{-1}\psi = 0$, matriz $Q \geq 0$ resultando na FL

$$V(x)= \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} M_i \omega_i^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\eta_{2di}}{\eta_{1di}} e_{di}^2 + \frac{\eta_{2qi}}{\eta_{1qi}} e_{qi}^2\right] + \sum_{k=1}^{m}\int_0^{\sigma_k} \ell_k d\tau_k \qquad (6)$$

que pode ser vista como energia do sistema, composta de uma parcela cinética (V_w) e uma potencial (V_p) ([2]). Considerando então uma falta (curto-circuito) mantida (inclusive com a atuação dos Reguladores Automáticos de Tensão) até que V_p atinja um máximo V_p^{max}, o instante na trajetória em que $V(x) = V_p^{max}$ é uma boa estimativa do tempo crítico de eliminação do defeito ([2]).

V. CONCLUSÕES.

Foram apresentadas duas abordagens de melhoria de modelos considerados em estudos de SEE, sendo uma de estudo do ponto de operação onde se incluiu a consideração das não linearidades do sistema no ajuste da estabilização suplementar; na outra, apresentou-se um desenvolvimento de modelo da máquina síncrona considerado em método direto de análise de estabilidade transitória.

Estas duas abordagens do problema da estabilidade de SEE conduziram a resultados de boa qualidade, de modo que, mesmo que ainda não se possa assegurar que se tenha atingido o ideal, pode-se supor que se está em um caminho promissor.

REFERÊNCIAS.

[1] COLVARA, L. D. (1992)"Ajuste da Estabilização Suplementar Considerando o Modelo Não Linear do Sistema de Potência". 9º CBA -Vitória (ES)

[2] COLVARA, L. D. (1990) "Análise de Estabilidade Transitória de Sistemas de Potência por Método Direto Incluindo os Efeitos dos Enrolamentos de Campo e amortecedor de Eixo Q". 8º CBA - Belém (PA)

Agradecimento.

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro.

IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS CONTÍNUOS NO TEMPO

Elder M. Hemerly
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
CTA - ITA - IEEE
12228-900 - São José dos Campos - SP

Resumo: Um ambiente integrado para identificação de sistemas dinâmicos descritos por equações diferenciais ordinárias, usando dados amostrados de entrada e saída, é proposto neste trabalho. A derivação numérica desses dados é evitada utilizando-se integração múltipla, via aproximação trapezoidal. Além da identificação paramétrica, considera-se também a determinação da ordem destas equações. Para ilustrar a utilidade do ambiente e o desempenho da técnica de identificação empregada, considera-se o modelamento de um servomecanismo de velocidade .

Abstract: This work proposes a PC-based integrated environment for identification of dynamic systems described by ordinary differential equations, using sampled input-output data. Multiple integration via trapezoidal approximation is used for avoiding numerical differentiation of sampled data. Both parameter and structure identification are considered. In order to assess the usefulness of the integrated environment, it is applied for modelling a velocity servomechanism.

1- INTRODUÇÃO

A maioria dos trabalhos sobre identificação de sistemas dinâmicos contínuos se refere à obtenção de modelos discretos, isto é, em forma de equações diferenças. Vide, por exemplo, [1]-[2]. Estes modelos são úteis em várias situações, principalmente quando se emprega computadores digitais para análise, projeto ou controle em tempo real. Contudo, em algumas aplicações é conveniente que o modelo identificado esteja na forma de equações diferenciais, visto que neste caso há uma relação direta entre os coeficientes da equação e os parâmetros físicos que nos interessa identificar. Vide Hsia[3].

A dificuldade básica em se obter modelos na forma de equações diferenciais com base em dados amostrados dos sinais de entrada e saída reside no fato de que as derivadas temporais não podem ser medidas diretamente. Assim, elas têm que ser calculadas com bases em dados passados e presentes. A utilização de derivação numérica usual é obviamente inviável, visto que ela acentua o ruído que inevitavelmente contamina as medidas. Por este motivo, várias abordagens têm sido sugeridas para se tratar adequadamente este problema, conforme em [4]-[6] e suas referências. Basicamente, essas abordagens convertem a equação diferencial em uma equação algébrica, via integração múltipla, de modo que o método dos mínimos quadrados possa ser aplicado para estimação paramétrica.

Uma maneira particularmente eficiente para se avaliar essas integrais múltiplas consiste na utilização de filtro integral linear, conforme em Sagara e Zhao[6]. Além de não requerer a estimação das condições iniciais, esta abordagem permite o cálculo recursivo das integrais. Se a regra de integração trapezoidal for utilizada, obtém-se uma abordagem similar àquela empregada em Puthenpura e Sinha[5], que é recomendável para aplicações em tempo real, visto que as integrais obedecem a fórmulas fechadas e relativamente simples. Contudo, conforme mostrado em [5]-[6], as estimativas paramétricas são sensíveis à escolha do tempo de amostragem e ao sinal de excitação, podendo ser polarizadas na presença de ruído, mesmo que seja ruído não-correlacionado, requerendo portanto o uso de variáveis instrumentais. Assim, é conveniente que o usuário disponha de um ambiente integrado que possibilite excitar o sistema, adquirir dados, efetuar a identificação, verificar a qualidade do modelo obtido e alterar, se necessário, alguns parâmetros experimentais, tais como o tempo de amostragem, o sinal de excitação e a variável instrumental.

O principal objetivo deste trabalho é apresentar um ambiente integrado, baseado em microcomputador IBM-compatível, satisfazendo os requisitos supracitados. Adicionalmente, considera-se o problema de identificação estrutural, além da paramétrica, o que não é feito em [5]-[6]. Um exemplo de aplicação, relativo ao modelamento de um servomecanismo de velocidade, é apresentado.

2- AMBIENTE INTEGRADO PARA IDENTIFICAÇÃO E RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Na Fig. 1 são mostrados os principais recursos do ambiente integrado, todos acessíveis via menu. Basicamente, o usuário seleciona os parâmetros experimentais, excita o sistema, adquire dados e

efetua a identificação. Há também recursos gráficos para mostrar a evolução dos parâmetros do sistema, etc. Na fase de identificação, pode-se fixar *a priori* a ordem da equação diferencial do modelo, ou então utilizar uma abordagem similar àquela empregada em [2] para determinar a ordem mais conveniente. Detalhes serão omitidos, por economia de espaço, e apresentados em trabalhos futuros.

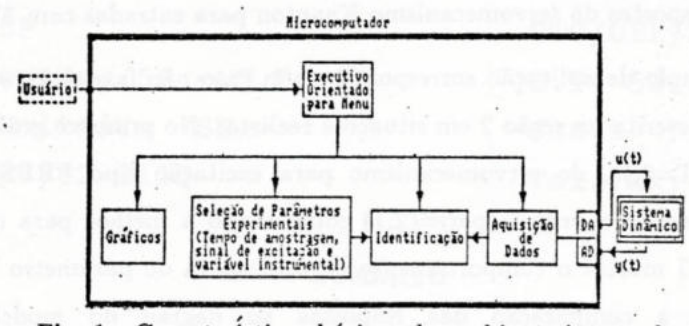


Fig. 1 - Características básicas do ambiente integrado.

No que se refere à classe de modelos, supõe-se que o sistemas dinâmico é descrito por

$$\frac{d^{p_0}}{dt^{p_0}}y(t) = a_1\frac{d^{p_0-1}}{dt^{p_0-1}}y(t) + \cdots + a_{p_0}y(t) + b_1\frac{d^{q_0}}{dt^{q_0}}u(t) + b_2\frac{d^{q_0-1}}{dt^{q_0-1}}u(t) + \cdots + b_{q_0+1}u(t) \quad (2.1)$$

e o problema de identificação resume-se em estimar, com base nos dados amostrados $\{u(kT), y(kT)\}$, a ordem (p_0,q_0) e o vetor de parâmetros $\Theta(p_0,q_0)=[a_1 \cdots a_{p_0}\ b_1 \cdots b_{q_0+1}]^T$. O sensor e a discretização em geral introduzem um ruído na leitura da saída y(t), e portanto a leitura é na verdade dada por

$$z(k) = y(k) + v(k) \quad (2.2)$$

onde v(k) representa tal ruído, cujas propriedades estocásticas têm que ser definidas ao se analisar a consistência das estimativas. Definindo-se agora

$$I_{1,t}(y) = \int_0^t y(\lambda)d\lambda = \int_0^{kT} y(\lambda)d\lambda + \int_{kT}^t y(\lambda)d\lambda = I_{1,k}(y) + \int_{kT}^t y(\lambda)d\lambda \quad (2.3)$$

onde T é o período de amostragem, e utilizando-se a regra trapezoidal de integração, pode ser mostrado que as integrais múltiplas obedecem à recursão

$$I_{p,k+1}(y) = I_{p,k}(y) + \frac{T}{1!}I_{p-1,k}(y) + \cdots + \frac{T^{p-1}}{(p-1)!}I_{1,k}(y) + \frac{pT^p}{(p+1)!}y(k) + \frac{T^p}{(p+1)!}y(k+1) \quad (2.4)$$

que é também apresentada em [5], mas com erro tipográfico. Para uma dada ordem (p,q), temos então o seguinte modelo para (2.1),

$$y(k+1)-y(k)=\Phi^T(p,q,k)\Theta(p,q) \quad (2.5)$$

$$\Phi(p,q,k+1)=[(I_{1,k+1}(y)-I_{1,k}(y))\cdots(I_{p,k+1}(y)-I_{p,k}(y))\ (I_{1,k+1}(u)-I_{1,k}(u))\cdots(I_{p,k+1}(u)-I_{p,k}(u))]^T \quad (2.6)$$

$$\Theta(p,q)=[a_{1,p}\ a_{2,p} \cdots a_{p,p}\ b_{1,q+1}\ b_{2,q+1}\ b_{q+1,q+1}]^T \quad (2.7)$$

e assim a técnica dos mínimos quadrados pode ser utilizada para estimar o vetor de parâmetros (2.7).

Como exemplo de aplicação do ambiente integrado, considera-se a identificação do servomecanismo de velocidade baseado no motor DC Knapton *model 112* e tacômetro *model 111*, com 7V/1000rpm. Este sistema apresenta não-linearidades, conforme Fig. 2. No primeiro gráfico tem-se a resposta (tensão tacométrica) ao degrau de amplitude 3V, e no segundo gráfico tem-se a resposta ao degrau com amplitude 2.5V. No primeiro caso o ganho DC é maior que 1.

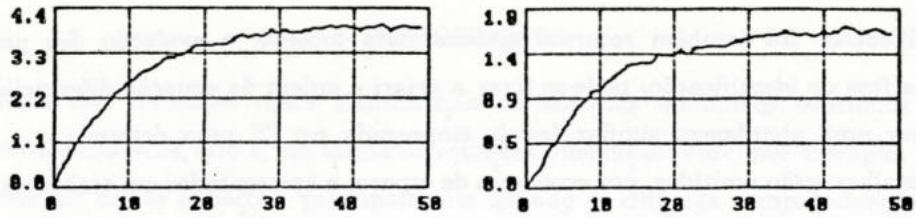


Fig. 2 - Respostas do servomecanismo Knapton para entradas com 3V e 2V.

Assim, este exemplo de aplicação corresponde a um caso não favorável, servindo para exibir o desempenho da técnica descrita na seção 2 em situações realistas. No primeiro gráfico na Fig. 3 temos a saída amostrada, com T=0,1s, do servomecanismo para excitação tipo PRBS [3]. Utilizando-se o ambiente integrado, obteve-se a ordem (p,q)=(2,1) como sendo a melhor para o servomecanismo. O segundo gráfico da Fig. 3 mostra o comportamento da estimativa do parâmetro $b_{1,2}$. Finalmente, no terceiro gráfico tem-se a comparação das respostas ao degrau do modelo determinado via identificação(linha pontilhada) e o servomecanismo real(linha contínua).

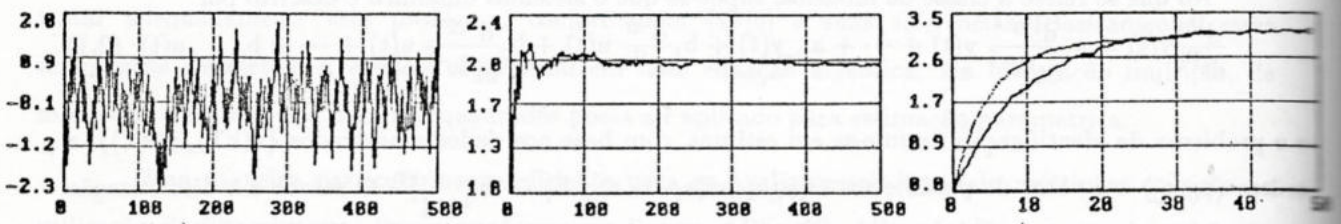


Fig. 3 - Dados experimentais, evolução de $\hat{b}_{1,2}(t)$ e comparação de desempenho.

Percebe-se que há diferença entre o comportamento transitório do modelo e do sistema real, principalmete devido ao comportamento não-linear. Se esta diferença for intolerável, o usuário terá que retornar ao menu principal e alterar alguns parâmetros de projeto, tal como a amplitude da excitação, e obter modelos lineares por parte. Isto ressalta a utilidade do ambiente integrado.

3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LJUNG,L. - "*System Identification: Theory for the User*", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.

[2] HEMERLY,E.M. - "PC-Based Packages for Identification, Optimization and Adaptive Control", *IEEE Control System Magazine*, Vol. 11, No. 2, pp. 37-43, Feb., 1991.

[3] HSIA,T.C. -"*System Identification: Least-Squares Methods*", Lexington Books, Lexington, Mass., 1977.

[4] PRASADA RAO,G. *et. al.* - "A Microprocessor-Based System for On-Line Parameter Identification in Continuous Dynamical Systems", *IEEE Trans. Ind. Elect.*, Vol. IE-29, No. 3, Aug., 1982.

[5] PUTHENPURA,S.C. and SINHA,N.K. - "Identification of Continuous-Time Systems using Instrumental Variables with Application to an Industrial Manipulator", *IEEE Trans. Ind. Elect.*, Vol. IE-33, No. 3, Aug., 1986.

[6] SAGARA,S. and ZHAO,Z.-Y. - "Recursive Identification of Transfer Function Matrix in Continuous Systems via Linear Integral Filter", *Int. J. Control*, Vol. 50, No. 2, pp. 457-477, 1989.

INVERSOR MONOFÁSICO COM LINK-DC RESSONANTE E CONTROLE DA MÁXIMA TENSÃO NO CAPACITOR RESSONANTE

Carlos Alberto Canesin
DEE/FEIS/UNESP
Av. Brasil Centro, 56 - C.P. 31
15378 Ilha Solteira SP
Tel.Fax: (0187)62-2125

Ivo Barbi
CTC/DEE/LAMEP/UFSC
C.P. 5119
88049 Florianópolis SC
Tel.Fax: (0482)34-1524

SUMÁRIO

A grande desvantagem das estruturas convencionais com link-dc ressonante são os elevados picos de tensão nos interruptores, inerente à técnica ZVS (zero voltage switching). Assim, existem restrições no emprego da modulação do tipo PWM, sendo impossível a utilização de modulação em freqüência.

Com o objetivo de limitar os picos de tensão em C_r e nos interruptores, emprega-se técnicas de controle da descarga do capacitor ressonante C_r.

Quando esta técnica é aplicada a um inversor de tensão, não é necessário manter o circuito ressonante oscilando durante todo o período de funcionamento, sendo que a oscilação é controlada e ocorre apenas durante os instantes de comutação das chaves do inversor [1].

Este trabalho apresenta o estudo do inversor monofásico com link-dc ressonante e controle da descarga em C_r com o objetivo de limitar os picos de tensão nos interruptores.

1. INTRODUÇÃO

Na Figura 1 tem-se a estrutura de um inversor de tensão com link-dc ressonante e controle da descarga do capacitor ressonante [1].

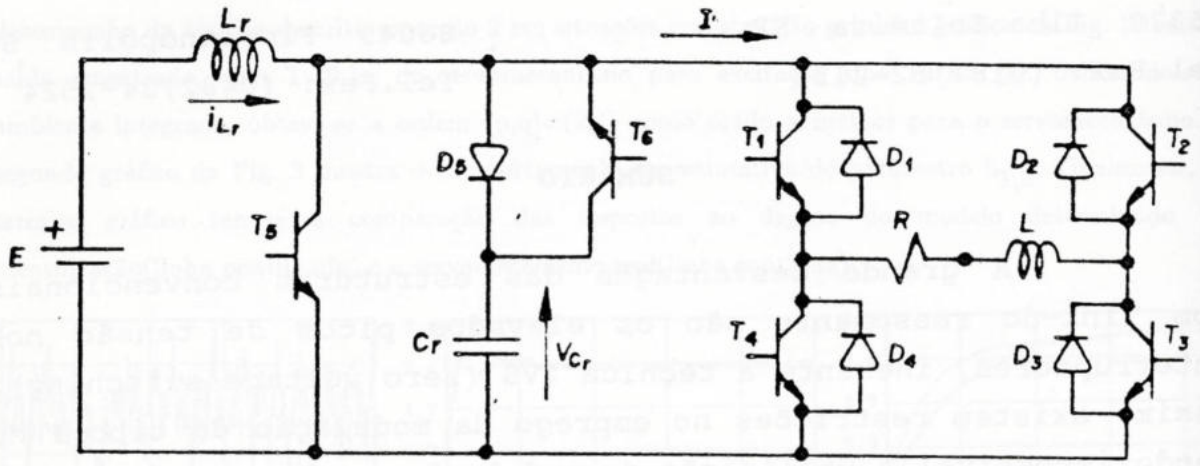


Fig. 1 - Inversor monofásico com link-dc ressonante e controle da descarga em Cr.

2. O PLANO DE FASE

O plano de fase da Fig. 2 representa as etapas de funcionamento do conversor em estudo.

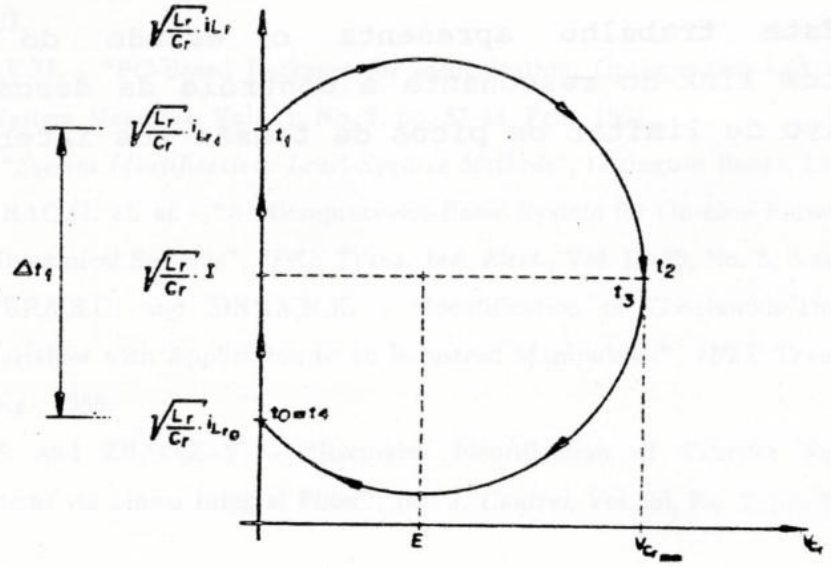


Fig. 2 - Plano de fase para o circuito equivalente da Fig. 1.

3. DADOS DE PROJETO E RESULTADOS DE SIMULACAO

Os dados de projeto são os seguintes:

E = 220 V; L= 70,5 mH; R= 10 Ω; f_o= 4412 Hz; f_s= 4320 Hz;

ΔT_1= 45,325 μs; Δt_2= 186,156 μs; L_r= 180,3 μH e C_r= 7,214 μF

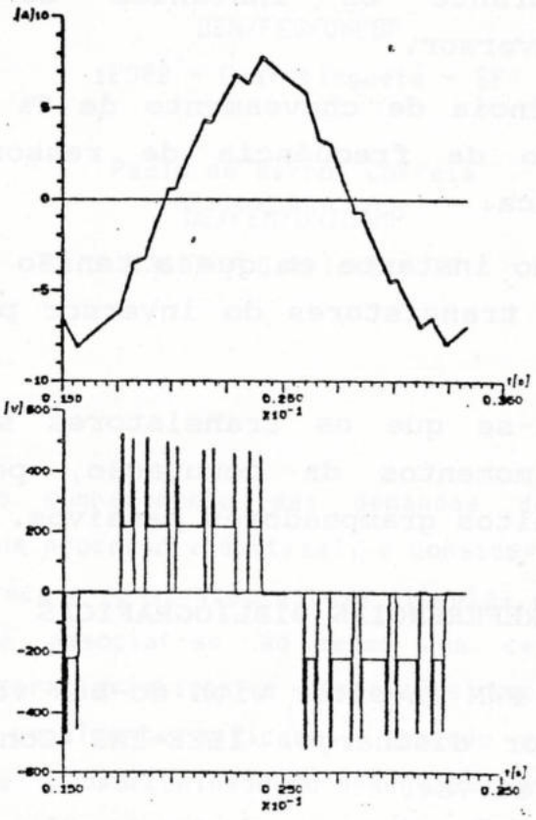


Fig. 3 - (a) Corrente na carga e (b) Tensão na carga.

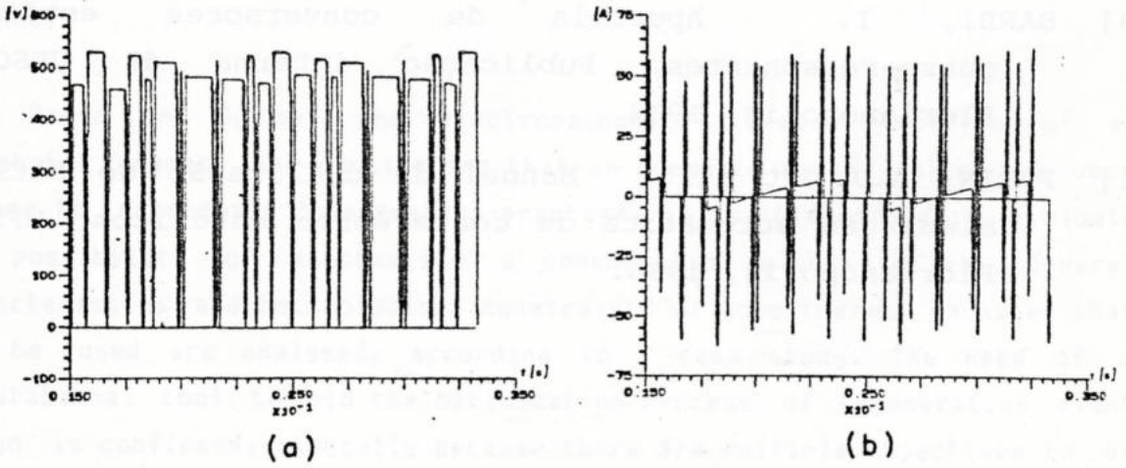


Fig. 4 - (a) Tensão V_{Cr} em C_r e (b) Corrente i_{Lr} em L_r.

4. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos verifica-se que não é necessário manter o ciclo ressonante durante todo o período de funcionamento, controlando-se a oscilação e fazendo com que ocorra apenas durante os instantes de comutação dos interruptores do inversor.

A freqüência de chaveamento de Ts é fixada com um valor pouco abaixo da freqüência de ressonância, com uma pequena razão cíclica.

Assim, no instante em que a tensão no barramento do link-dc é nula, os transistores do inversor podem comutar com perdas nulas.

Verifica-se que os transistores são submetidos a sobretensões nos momentos da comutação, porém, podem ser reduzidas por circuitos grampeadores passivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] DAFENG, W. A PWM inverter with dc-bus voltage modulation of capacitor discharge. IEEE-IAS Conference Records, 1988, pp. 780-784.

[2] HE, J. & MOHAN, N. Parallel resonant dc-link circuit with minimum voltage stresses. IEEE-PESC Conference Records, 1989, pp. 1006-1012.

[3] BARBI, I. Apostila de conversores estáticos quase-ressonantes, Publicação interna da UFSC - Florianópolis, 1988.

[4] PERIN, A.J. et alli. Manual de utilização do SACEC - Simulação automática de conversores estáticos, UFSC - Florianópolis, 1988.

PLANEJAMENTO DE CENTRAIS DE CO-GERAÇÃO: CONSTATAÇÃO DO CARÁTER MULTIOBJETIVO

José Antônio Perrella Balestieri
DEN/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

Paulo de Barros Correia
DE/FEM/UNICAMP
13100 - Campinas - SP

SUMÁRIO

A partir do conhecimento das demandas de energia térmica e eletromecânica em um processo industrial, e considerando que uma política tarifária que favoreça a co-geração esteja vigente, é interessante estudar a possibilidade de associar-se ao mesmo uma central de co-geração. Apresentam-se as características e restrições tecnológicas de algumas máquinas térmicas usualmente aplicadas, tomando por base uma situação exemplo. Constata-se a oportunidade do desenvolvimento de uma ferramenta computacional que auxilie no processo de otimização do projeto das centrais de co-geração, especialmente porque sobre elas concorrem múltiplos objetivos.

ABSTRACT

Based on thermal and electromechanical demand profiles of an industrial process and considering that an adequate tariff policy is been in use to incentivate cogeneration practise, it is interesting to evaluate the possibility of associating a cogeneration plant to it. General characteristics and technological constraints of some thermal machines that can be used are analysed, according to a case study. The need of a computational tool to aid the optimization process of cogeneration plant design is confirmed, specially because there are multiple objectives to be considered.

1.INTRODUÇÃO

Um projeto de engenharia deve apresentar um compromisso entre a necessidade e os meios reais para sua satisfação, expresso por um conjunto de critérios e variáveis físicas.

Baseado num elenco de informações que compreende, dentre outras, as curvas de demanda dos processos e suas vazões, o projetista irá tentar associar, dentre as máquinas térmicas disponíveis, aquela que melhor rentabilizará o empreendimento. Para tanto, deverá considerar uma ampla gama de capacidades individuais (MW) e formas de associação das máquinas (arquiteturas), que apresentarão distintas características de custo, confiabilidade, eficiência, consumo específico, capacidade de atendimento às demandas, dentre outros.

A integração processo-central de cogeração através das técnicas analíticas tradicionais pode se tornar lenta e cansativa, especialmente porque muitos dos critérios assumidos são conflitantes. Demonstrar a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta computacional que auxilie nesse processo é o objetivo desse trabalho.

2. CONDIÇÕES DE DEMANDA EM UM PROCESSO INDUSTRIAL

Considere as curvas de demanda térmica e eletromecânica apresentadas nas figuras 1.a e 1.b (Rodrigues & Cavanna,1979). Elas representam as condições de demanda para um certo processo industrial já em operação e que deverá ser integrado a uma central de co-geração.

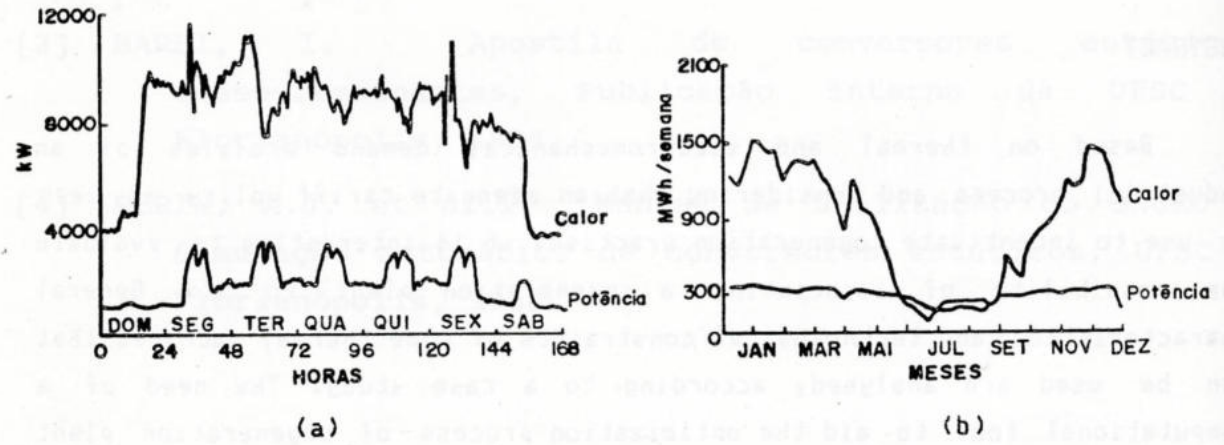


Figura 1.Perfis da demanda em processo industrial: (a) base diária (mês Março), (b) base mensal

Com base nestas informações, é possível compor-se uma tabela com valores que representam a razão entre as demandas eletromecânica e térmica (Tabela 1).

Tabela 1.Variação anual da razão de demanda (potência/calor)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0.27	0.33	0.22	0.34	0.32	1.10	1.00	0.80	1.00	0.40	0.38	0.23

3.ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DISPONÍVEIS

Como a razão entre as demandas varia consideravelmente ao longo do ano, e pelo fato de os ciclos térmicos disponíveis apresentarem sua faixa de produção conforme apresentado na Tabela 2, admite-se os ciclos Rankine com turbinas a vapor de condensação e extração, juntamente com o ciclo combinado as melhores alternativas, numa primeira análise.

Tabela 2.Faixa de produção da razão (potência/calor) em ciclos térmicos - regime topping (Walter,1991)

ciclo Rankine	ciclo Brayton	cic. Combinado	ciclo Diesel
*	0.30 a 0.80	0.60 a 1.50	0.80 a 2.40

* 0.10 a 0.30 - turbinas de contrapressão / 0.40 a 1.50 - turbinas de condensação

Tal escolha poderá ser alterada, caso sejam adotadas outras estratégias de acompanhamento da curva térmica que não o atendimento integral dessa demanda ao longo do ano pela central de co-geração, tais como atendimento da demanda eletromecânica ou atendimento parcial da demanda térmica com suplementação por caldeiras auxiliares.

Para uma avaliação a priori, considerar-se-á apenas máquinas do ciclo Rankine; a Tabela 3 fornece valores para três arquiteturas, considerando como critérios de escolha o custo de investimento, a probabilidade de falha do sistema e o volume anual de excedente de energia eletromecânica esperado. Na decisão por uma das configurações, o favorecimento de um critério se fará em detrimento dos demais; uma solução eficiente representa um compromisso entre os diferentes critérios.

Tabela 3. Índices das arquiteturas propostas para atenderem as demandas apresentadas na Figura 1.

Tipo de Turbina a Vapor	contrapressão	contrapressão	condensação
Número e Capacidade (MW)	2 x 5.0 MW	4 x 2. 5 MW	4 x 2.5 MW
Custo Investimento (US$/kW)	538	575	1000
Probab. de Falha (dias/ano)*	4.01	1.54	1.54
Excedente Esperado (MW/ano)	36.55	36.55	882.25

* corresponde ao LOLP - Loss of Load Probability

4. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Com base nos valores apurados para essas arquiteturas, pode ocorrer de as propostas não serem do agrado do empreendedor, requerendo a pesquisa de outras configurações.

O desenvolvimento de uma ferramenta computacional que considere as múltiplas variáveis do projeto e da operação desses sistemas, e que permita uma avaliação iterativa com a possibilidade de relaxar ou ajustar os limites das mesmas na busca de uma solução ótima do ponto de vista do empreendedor, ou da concessionária, está sendo procedida pelos autores.

Uma revisão bibliográfica (Balestieri & Correia,1992) constata que boa parte das metodologias de projeto de centrais térmicas para co-geração já publicadas não as otimizam, e as que se dispoem a otimizar apenas o fazem para a operação e ainda assim de forma monobjetiva, o que revela a oportunidade e relevância deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS

BALESTIERI,J.A.P. & CORREIA,P.B.(1992).Revisão Metodológica para Otimização do Projeto e Operação de Centrais de Co-Geração. Publicação interna,UNICAMP,em preparação.

RODRIGUES,C.M. & CAVANNA,J.(1979).Optimisation of Combined Heat and Power Schemes on Industrial Sites with Complex Energy Patterns. In:O'Callaghan,P.W.Energy in Industry,Oxford,Pergamon,p.207-22.

WALTER,A.C.S.(1991).Cogeração: Análise de Tecnologias, Fatores Condicionantes e Experiências Internacionais. Publicação Interna, UNICAMP,45 p.

DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS EM ALETAS RADIANTES SOLUÇÃO PELO MÉTODO DE GALERKIN

Sérgio Mourão Saboya - ITA
Nei Gonçalves Brazão - IPEN

RESUMO

A utilização do método de Galerkin para a obtenção de distribuições de temperaturas na aleta de um sistema de tubos e aleta radiantes é investigada. Como exemplo de aplicação do método estuda-se o caso de uma aleta reta de seção constante. Os resultados são comparados com uma solução numérica obtida por diferenças finitas.

ABSTRACT

The Galerkin method is utilized to obtain the temperature distribution in a single of a finned-tube radiating system. As an illustration, fins of constant cross section are more closely considered and the results are compared with a finite differences solution.

1. INTRODUÇÃO.

A equação diferencial que determina a distribuição de temperatura na aleta radiante de sistema esquematizado na Figura 1, nas hipóteses de ausência de convecção para o ambiente (o que equivale à utilização num meio sem atmosfera), ausência de geração interna e condução unidimensional na aleta é [1]:

$$\frac{d^2\theta}{dX^2} = N_c\left[\theta^4 - \frac{H(X)}{\sigma T_b^4}\right] - [F_1(X) + F_2(X)] \tag{1}$$

onde:

$$\theta = \frac{T}{T_b} \tag{2}$$

sendo T_b, a temperatura na base da aleta, considerada constante;

$$N_c = \frac{\varepsilon\sigma T_b^3 L^2}{Kt} \tag{3}$$

sendo ε a emissividade da aleta, σ a constante de Stefan-Boltzmann e K a condutividade térmica;

$$X = \frac{x}{L} \tag{4}$$

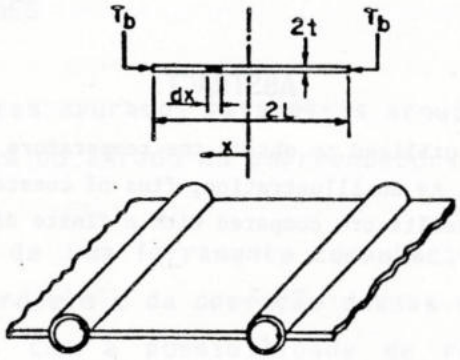


Fig. 1 - Sistema de Tubos e Aletas Radiantes

$F_1(X)$ e $F_3(X)$ são funções que fornecem os fatores de forma entre uma área elementar da aleta e cada um dos tubos. H é a radiação incidente em X.

As condições de contorno são:

$$\left.\frac{d\theta}{dX}\right|_{X=0} = 0 \tag{5}$$

$$\theta(1) = 1 \tag{6}$$

O método de Galerkin é um dos vários procedimentos para solução aproximada de equações diferenciais agrupados no chamado "método dos resíduos ponderados" e que são amplamente documentados na literatura, como por exemplo em [2]. No presente caso o método dos resíduos ponderados consiste em admitir-se que a solução do problema de valor de contorno não linear formado por (1), (5) e (6) pode ser representada por:

$$\theta_N(X) = \sum_{j=1}^{N} C_j\phi_j(X) \tag{7}$$

onde C_j são constantes a serem determinadas e $\phi_j(X)$ são funções convenientemente escolhidas (funções teste). A substituição de (7) em (1) leva a formação de um resíduo $R(C_j,X)$. O resíduo é feito ortogonal no intervalo X=0 a X=1 em relação a uma certa função w_i, resultando:

$$\int_0^1 w_i R\, dX = 0 \qquad i=1,2,\ldots,N \tag{8}$$

A equação (1) pode ser escrita abreviadamente da seguinte forma:

$$D\theta = \Psi(x) \tag{9}$$

onde D é um operador não linear definido por

$$D\theta = \frac{d^2\theta}{dX} - N_c\theta^4 \tag{10}$$

e

$$\Psi(x) = -\frac{N_c H}{\sigma T_b^4} - [F_1(x) + F_2(x)] \tag{11}$$

Desta forma tem-se

$$R(C_j, X) = D(\sum_{j=1}^{N} C_j \phi_j) - \Psi \tag{12}$$

No método de Galerkin as funções w_i são as mesmas que as funções teste ϕ_j. Logo, tendo em vista (8), resulta:

$$\int_0^1 \phi_i [D(\sum_{j=1}^{N} C_j \phi_j) - \Psi] \, dX = 0 \tag{13}$$

para i=1,2,3,....,N

As equações (13) constituem um sistema de equações algébricas não lineares que solucionado fornece as constantes C_j necessárias à construção de (7).

2. EXEMPLO DE APLICAÇÃO.

Como exemplo de aplicação do método à equação (1) será mostrado a seguir o procedimento no caso que $\Psi(X) = 0$, o que equivale a situação em que H=0, em que a distância entre os tubos é muito maior que o raio deles, o que torna possível desprezar-se os fatores da forma $F_1(X)$ e $F_2(X)$.

O problema de escolha das funções teste é discutido em [3] e seguindo-se as indicações desta referência foram usadas como aproximações das distribuições de temperaturas as expressões:

$$\theta K = \sum_{i=0}^{N} C_i (2i + 1)^{1/2} P_i(2X - 1), \quad K=1,2,....,N \tag{14}$$

onde P_i são os polinômios de Legendre de ordem i.

Fazendo-se N=2, e que (14) satisfaça as condições do contorno (5) e (6), obtém-se a primeira aproximação para $\theta(X)$:

$$\theta_1(X) = 1 + A(X^2 - 1) \tag{15}$$

De forma análoga, fazendo-se N=3 obtém-se a segunda aproximação:

$$\theta_2(X) = 1 + B(X^2 - 1) + C(2X^3 - 3X^2 + 1) \tag{16}$$

Substituindo-se respectivamente (15) e (16) em (13) são obtidas as relações necessárias para a determinação de A, B e C.

3. SOLUÇÕES POR DIFERENÇAS FINITAS.

Com o objetivo de validar os resultados, a equação (1), no caso de Ψ=0, juntamente com as condições de contorno (5) e (6), foi também resolvida numericamente por diferenças finitas. Os resultados obtidos foram comparados com os de Bartas e Sellers [4] e constatou-se uma concordância muito boa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Foram investigados 100 valores de N_c entre $N_c = 0{,}1$ e $N_c = 1{,}0$ procurando-se cobrir a faixa de valores deste parâmetro que correspondem a aleta otimizada, isto é, aletas que transferem, para um determinado peso, o máximo de calor [4].

Além disso foram determinadas as distribuições de temperaturas para $N_c = 5{,}0$ $N_c = 10{,}0$ com o objetivo de testar a faixa de aplicabilidade do método e das aproximações utilizadas. A Tabela 1 dá os valores de A, B e C para alguns valores de N_c, enquanto que as Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os gráficos de A em função de N_c, e B e C em função de N_c, na faixa de $0{,}1 \leq N_c \geq 1$.

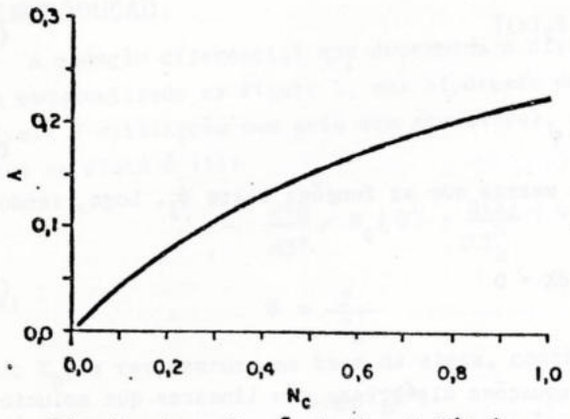


Fig. 2 - A em função de N_c, $0,1 \leq N_c \leq 1$

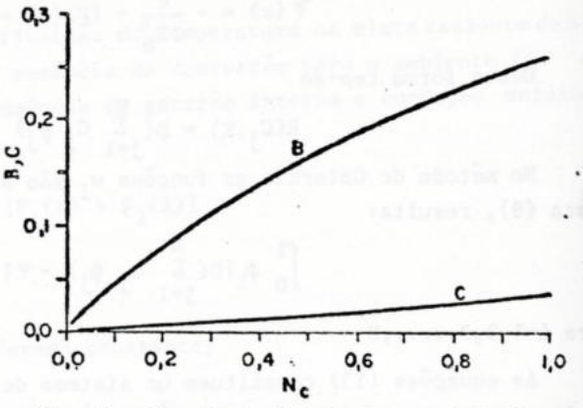


Fig. 3 - B e C em Função N_c, $0,1 \leq N_c \leq 1$

As tabelas 2 até 6 apresentam as comparações entre as distribuições de temperaturas θ_1 (primeira aproximação), θ_2 (segunda aproximação) e θ_{df} (diferenças finitas para a equação diferencial discretizada em 35 pontos) para valores N_c indicados. Um exame das tabelas 2, 3 e 4 mostra que nestes casos as três soluções são bastante próximas. A tabela 5 mostra já um desvio razoável de θ_1 em relação a θ_2 e θ_{df}, indicando que para $N_c = 5,0$ a primeira aproximação já não é mais aceitável. A tabela 6 confirma esta tendência. A explicação deste fato reside no papel que o parâmetro N_c desempenha no comportamento físico da aleta. Quanto menor o valor de N_c, menor é a variação de temperatura ao longo da aleta (vide equação 3). À medida que N_c cresce a primeira aproximação torna-se insatisfatória porque esta depende apenas da constante A, não sendo capaz de representar adequadamente a variação de temperatura com X. Isto pode ser comprovado pelo exame da figura 3 que mostra a crescente influência da constante C da 2ª aproximação.

Tab. 1 - Valores de A, B e C

	PRIMEIRA APROXIMAÇÃO	SEGUNDA APROXIMAÇÃO	
N_c	A	B	C
0,1	0,0434	0,0443	0,0012
0,5	0,1508	0,1624	0,0152
1,0	0,2282	0,2566	0,0369
5,0	0,4618	0,5676	0,1430
10,0	0,5786	0,6934	0,1629

Tab. 2- Comparação entre as Distribuições de Temperaturas N_c=0,1

X	θ_1	θ_2	θ_{df}
0,000	0.9566	0,9569	0,9568
0,206	0,9584	0,9586	0,9586
0,412	0,9639	0,9640	0,9640
0,618	0,9731	0,9730	0,9730
0,824	0,9860	0,9858	0,9858
1,000	1,0000	1,0000	1,0000

Tab. 3- Comparação entre as Distribuições de Temperaturas N_c=0,5

X	θ_1	θ_2	θ_{df}
0,000	0,8492	0,8528	0,8523
0,206	0,8556	0,8580	0,8580
0,412	0,8748	0,8747	0,8751
0,618	0,9068	0,9045	0,9048
0,824	0,9515	0,9490	0,9487
1,000	1,0000	1,0000	1,0000

Tab. 4- Comparação entre as Distribuições de Temperaturas N_c=1,0

X	θ_1	θ_2	θ_{df}
0,000	0,7803	0,7718	0,7792
0,206	0,7871	0,7814	0,7870
0,412	0,8102	0,8105	0,8113
0,618	0,8535	0,8588	0,8541
0,824	0,9205	0,9266	0,9197
1,000	1,0000	1,0000	1,0000

Tab. 5- Comparação entre as Distribuições de Temperaturas N_c=5,0

X	θ_1	θ_2	θ_{df}
0,000	0,5382	0,5754	0,5757
0,206	0,5578	0,5838	0,5875
0,412	0,6165	0,6189	0,6249
0,618	0,7144	0,6957	0,6955
0,824	0,8514	0,8291	0,8177
1,000	1,0000	1,0000	1,0000

Tab. 6- Comparação entre as Distribuições de Temperaturas N_c=10,0

X	θ_1	θ_2	θ_{df}
0,000	0,4214	0,4695	0,4885
0,206	0,4460	0,4810	0,5008
0,412	0,5195	0,5270	0,5402
0,618	0,6422	0,6244	0,6170
0,824	0,8138	0,7903	0,7592
1,000	1,0000	1,0000	1,0000

5. CONCLUSÕES.

Mostrou-se que o método de Galerkin pode ser usado eficientemente na solução de problemas de aletas radiantes. A grande simplicidade das expressões que fornecem as distribuições de trmperaturas tornam o método atrativo para utilização de problemas de engenharia que envolvam dimensionamento de radiadores térmicos. No caso estudado mostrou-se que para valores pequenos de N_c($N_c < 1$), que inclui o caso de aletas otimizadas, a primeira aproximação já é satisfatória.

Deve-se observar também que o método pode ser estendido a problemas que envolvam geometria, radiação incidente, convecção e geração interna dependentes de X. O volume de manipulação matemática pode ser eficientemente minimizado através da utilização de manipuladores simbólicos do tipo REDUCE.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] SPARROW, E.M. e CESS, R.D., "Radiation Heat Transfer", Henisphere Publishing Corporation, 1978.

[2] FINLAYSON, B.A., "The Method of Weighted Residuals and Variational Principles", Academic Press, 1972.

[3] MIKLIN, S.G., "The Numerical Performance of Variational Methods", Wolters-Noordhoff, 1971.

[4] BARTAS, J.G. e SELLERS, W.H., "Radiation Fin Effectiveness", J. Heat Transfer, C.82, 73-75, 1960.

ESTUDO DA CONVECÇÃO NATURAL NO INTERIOR DE UM CANAL VERTICAL AQUECIDO COM DENSIDADE DE FLUXO CONSTANTE E CUJA ENTRADA É ADIABATICA

J.M. Moraes, M. Mammou, G. Le Palec (*) et M. Daguenet

Laboratoire de Thermodynamique et Energétique, Université de Perpignan,
52, Avenue de Villeneuve, 66860 Perpignan Cédex - França

(*) Université Aix-Marseille II, Ecole Supérieure de Mécanique de Marseille,
Institut Méditerranéen de Technologie, Technopôle de Chateau-Gombert
13451 Marseille Cédex 13 - França

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo numérico da convecção natural entre duas placas paralelas verticais aquecidas com densidades de fluxo de calor constante e cuja entrada é adiabática O modelo proposto permite o cálculo para os casos das paredes aquecidas simetricamente e assimetricamente (uma só parede é aquecida) e de avaliar a influência do comprimento da parte não aquecida nas trocas de calor no interior do canal. Os cálculos foram feitos para o caso do número de Prandtl igual a 0,71 e valores do número de Grashof modificado Gr* entre 10^{-1} e 10^{3}

INTRODUÇÃO

O estudo da convecção natural no interior de um canal formado por placas paralelas aquecidas é de grande interêsse na otimização de sistemas térmicos e circuitos eletrônicos.

Esta configuração tem sido extensivamente estudada ([1],[2],[3],[4],[5]). Dyer [6] analisou a influência de uma região não aquecida na entrada de um canal paralelo considerando a temperatura das paredes uniforme. O objetivo do presente trabalho é o de estudar a influência de uma região não aquecida na entrada de um canal paralelo vertical, cujas paredes são aquecidas simetricamente e assimetricamente com densidades de fluxo de calor constante.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E HIPÓTESES

Um canal vertical formado por duas placas paralelas aquecidas com densidades de fluxo de calor constante q1 e q2 ($q2 \geq q1$) e de comprimento finito H e largura 2e é precedido por uma região adiabática de comprimento h (fig. 1(a)). O fluido entra no canal com um perfil de velocidades parabólico e supõe-se que a pressão satisfaz o teorema de Bernoulli. O escoamento é laminar, bidimensional e as hipóteses de Boussinesq são utilizadas.

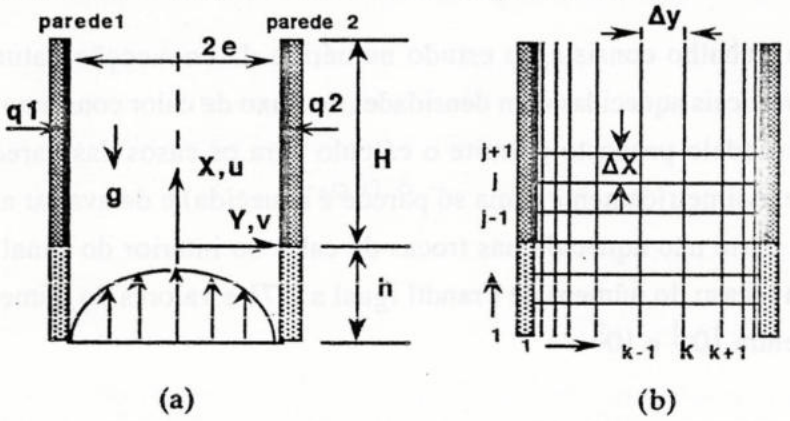


Figura 1 - (a) Representação esquemática do canal vertical (b) Representação das malhas utilizadas

EQUAÇÕES DO ESCOAMENTO E RESOLUÇÃO NUMÉRICA

Utilizando as hipóteses acima, as equações adimensionais do movimento da energia,da continuidade e da conservação do fluxo de massa se escrevem :

$$U\frac{\partial U}{\partial X} + V\frac{\partial U}{\partial Y} = -\frac{\partial P}{\partial X} + \frac{\partial^2 U}{\partial Y^2} + \theta$$

$$U\frac{\partial \theta}{\partial X} + V\frac{\partial \theta}{\partial Y} = \frac{1}{Pr}\left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2}\right) \qquad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial X} + \frac{\partial U}{\partial Y} = 0 \quad ; \quad M = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} U(y)\, dy$$

As variáveis adimensionais, o número de Grashof modificado, a densidade de fluxo de calor e os comprimentos adimensionais são definidos:

$$X = \frac{x}{H Gr^*}; Y = \frac{y}{e}; U = \frac{u e^2}{H \nu Gr^*}; V = \frac{v e}{\nu}; P = \frac{(p - p_0) e^4}{\rho \nu^2 H^2 Gr^{*2}}; \theta = \frac{(T - T_0)\lambda}{e(q_1 + q_2)} \qquad (2)$$

$$Gr^* = \frac{g \beta e^5 (q_1 + q_2)}{H \nu^2 \lambda}; Q = \frac{(q_2 - q_1)}{(q_2 + q_1)}; L = \frac{1}{Gr^*}; L_e = \frac{h}{H Gr^*}$$

As condições de contorno são:

$$X = -L_e \;\; ; \;\; P = \frac{1}{4M}\int_{-1}^{+1} U(y)^3 \, dy = -\frac{27}{35}M^2$$

$$-L_e \le X \le 0 \;\; e \;\; Y = \pm 1 \;\; : \;\; U = 0 \;\; ; \;\; V = 0 \;\; ; \;\; \frac{\partial \theta}{\partial Y} = 0$$

$$X = 0 \;\; e \;\; -1 < Y < +1 \;\; : \;\; U = \frac{3}{2} M (1 - Y^2) \;\; ; \;\; V = 0 \;\; ; \;\; \theta = 0 \qquad (3)$$

$$0 \le X \le L \;\; e \;\; Y = -1 \;\; : \;\; U = 0 \;\; ; \;\; V = 0 \;\; ; \;\; \frac{\partial \theta}{\partial Y} = \frac{Q - 1}{2}$$

$$0 \le X \le L \;\; e \;\; Y = +1 \;\; : \;\; U = 0 \;\; ; \;\; V = 0 \;\; ; \;\; \frac{\partial \theta}{\partial Y} = \frac{Q + 1}{2}$$

$$X = L \;\; ; \;\; P = 0$$

O sistema de equações (1) e (3) é resolvido por um método numérico de diferenças finitas "linha a linha" (parabólico) descrito por Moraes [5]. Para aumentar a precisão, os pontos da malha são mais concentrados nas proximidades das paredes (fig. 1(b)).

RESULTADOS

Os cálculos foram realizados para valores de h/H iguais a 0,1,2,4,8,16 e 32 e os resultados são apresentados em curvas do número de Nusselt médio $\overline{Nu}$ em função do número de Grashof modificado Gr* (figs. 2 e 3).

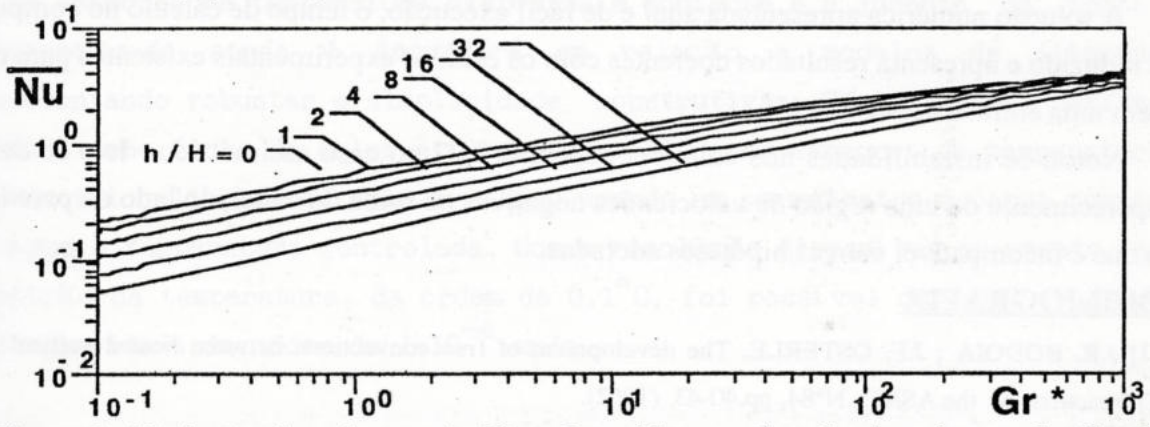


Figura.2- Variação do número de Nusselt médio em função do número de Grashof modificado. Caso do aquecimento simétrico (Q =0)

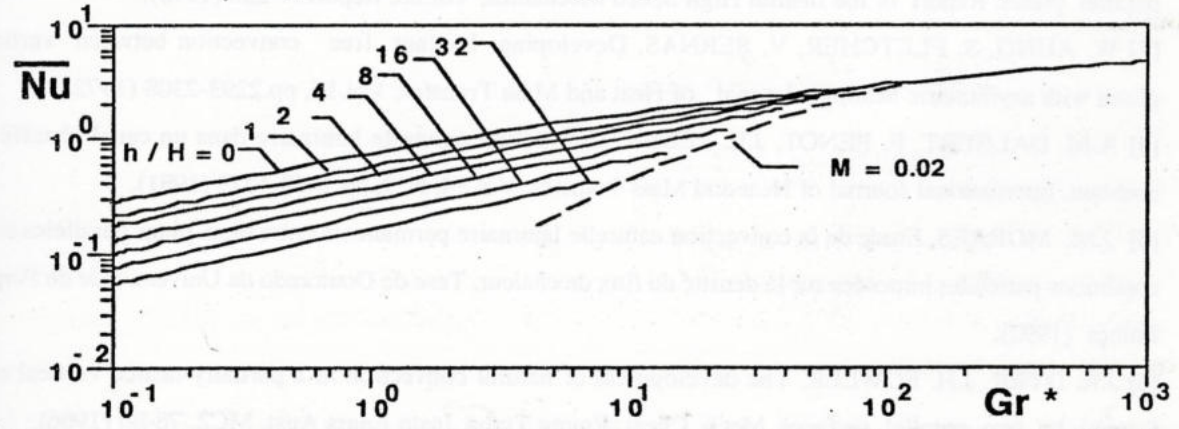


Figura.3- Variação do número de Nusselt médio em função do número de Grashof modificado. Caso do aquecimento assimétrico (uma só parede aquecida, Q = 1).

O número de Nusselt médio que caracteriza as trocas de calor no interior do canal é definido considerando a média dos fluxos de calor e a temperatura média das paredes :

$$\overline{Nu} = \frac{\bar{q}\, 2\, e}{\lambda\,(\bar{T}_{1/2} - T_0)} = \frac{2}{\theta_{L/2,-1} + \theta_{L/2,+1}} \qquad (4)$$

As figuras 2 e 3 mostram que , para um dado Gr* , um aumento do comprimento da parte adiabática h em relação ao comprimento da parte aquecida H , provocam uma diminuição da eficiência das trocas de calor representados pelo número de Nusselt médio. No caso assimétrico (Fig. 3), quando a relação h/H aumenta existe um limite do fluxo de massa adimensional M = 0,02 abaixo do qual uma região de velocidades negativas aparece nas proximidades da parede fria na saída do canal. Estes resultados comprometem a estabilidade dos cálculos devido a incompatibilidade com as hipóteses adotadas.

CONCLUSÃO

Constatou-se que, para um dado comprimento aquecido H, quando o comprimento da parte adiabática h aumenta, uma parte da força motriz gerada pela parte aquecida é utilizada para compensar as perdas de carga. Este fenômeno provoca uma diminuição do fluxo de massa e consequentemente uma diminuição das trocas térmicas.

A solução numérica apresentada aqui é de fácil execução, o tempo de cálculo no computador é reduzido e apresenta resultados coerentes com os estudos experimentais existentes para o caso sem uma entrada adiabática [5].

Notou-se instabilidades nos cálculos para $M \leq 0{,}02$ no caso assimétrico. Isto se deve ao aparecimento de uma região de velocidades negativas na saída do canal, do lado da parede fria, o que é incompatível com as hipóteses adotadas.

BIBLIOGRAFIA

[1] J.R. BODOIA ; J.F. OSTERLE, The development of free convection between heated vertical plates. Transactions of the ASME, N°84, pp.40-43 (1962).

[2] T. AIHARA, Effects of inlet boundary conditions on numerical solutions of free convection between vertical parallel plates. Report of the Institut High Speed Mechanics, Vol.28, Report N°258 (1973).

[3] W. AUNG, S. FLETCHER, V. SERNAS, Developing laminar free convection between vertical flat plates with asymmetric heating. Journal of Heat and Mass Transfer, Vol.15, pp.2293-2308 (1972).

[4] A.M. DALBERT, F. PENOT, J.L. PEUBE, Convection naturelle laminaire dans un canal chauffé à flux constant. International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol.24, N°9, pp.1463-1473 (1981).

[5] J.M. MORAES, Etude de la convection naturelle laminaire permanente entre deux plans parallèles avec des conditions pariétales imposées sur la densité du flux de chaleur, Tese de Doutorado da Universidade de Perpignan, França (1992).

[6] J.R. DYER, J.H. FOWLER, The development of natural convection in a partially-heated vertical channel formed by two parallel surfaces. Mech. Chem. Engng Trans. Instn Engrs Aust. MC2, 78-86 (1966).

MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DE FLUXO EM SOLOS SATURADOS UTILIZANDO MÉTODO TÉRMICO

Jair Camacho *
Milton Dall´Aglio Sobrinho *
David de Carvalho **

* Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP
** Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP

RESUMO

Apresenta-se uma sonda para medição da velocidade de fluxo em solos saturados, baseada em método térmico. A sonda possui uma fonte de calor e dois sensores de temperatura dispostos a montante e a jusante da fonte. A concepção da sonda é inovadora em relação a modelos da literatura, apresentando robustez e simplicidade construtiva. São usados resistores comuns como fonte de calor e termistores NTC como sensores de temperatura. A sonda foi calibrada em solo arenoso, usando um permeâmetro a carga constante e água a temperatura controlada. Com a resolução disponível no ensaio para a medição da temperatura, da ordem de 0,1°C, foi possível detectar variações de velocidade da ordem de 1×10^{-4} cm/s.

1. INTRODUÇÃO

O princípio de medição usado neste trabalho é baseado na advecção de uma onda de calor gerado por uma fonte térmica. Dois sensores de temperatura, colocados um a montante e outro a jusante da fonte de calor medirão temperaturas diferentes, afetadas pela velocidade de fluxo.

Byrne et al. (1967) empregaram uma sonda construida com um resistor de fio, enrolado radialmente na parte central de uma sonda cilíndrica, cujo eixo longitudinal ficava alinhado com a direção de fluxo. Dois termômetros de resistência situados nos extremos do cilindro que constitui a fonte, permitiram a medição de velocidades a partir de $6{,}5\times10^{-3}$cm/s. Com uma solução construtiva diferente, mas usando o mesmo princípio, Kawanishi (1983) desenvolveu um sensor capaz de medir velocidades a partir de 0,01 mm/h. Foi utilizada uma fonte linear de calor, de forma cilíndrica, com 3 mm de diâmetro e 10 cm de comprimento. A medição da temperatura ficou a cargo de termopares de cobre-constantan, em configuração diferencial, colocados a 2 cm de distância da fonte. Os inconvenientes relacionam-se às dificuldades construtivas da sonda e sua fragilidade, e ao nível do sinal gerado pelos termopares, exigindo blindagem dos cabos e instrumentação mais delicada para as leituras. São fatores que dificultam a utilização em condições de campo, no interior de maciços compactados.

Neste trabalho apresenta-se uma concepção alternativa do sensor, visando a robustez, facilidades construtivas e simplificação dos condicionadores de sinal. A sonda é construída a partir de resistores comuns e termistores NTC são usados como sensores de temperatura. Todo o conjunto é fixado em um suporte acrílico, resultando um conjunto robusto, compacto e de construção mais simples.

2. TEORIA DO MÉTODO

Considere uma fonte pontual de calor imersa em um meio poroso saturado. O balanço de energia para um elemento diferencial do meio leva à equação que descreve as temperaturas em função da velocidade da água. Considerando que a matriz sólida transmite calor por condução e a água transmite apenas por convecção, chega-se à equação do fenômeno (Carlaw e Jaeger, 1959):

$$\nabla^2 T - \frac{C_w\, v}{k}\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\rho\, C}{k}\frac{\partial T}{\partial z} \qquad 1$$

onde ρ = massa específica do meio (solo+água); C = calor específico do meio; T = temperatura; t = tempo; k = condutividade térmica do solo; v = velocidade de fluxo ao longo do eixo z; C_w = calor específico da água.

solução da equação 1 foi demonstrada por Wilson em 1904, segundo Byrne et al. (1967). Para uma fonte pontual dissipando "Q" cal/s, a temperatura em pontos situados simetricamente em relação à direção do fluxo é dada por:

$$T_1 - T_2 = \frac{Q}{4\pi k a} \left(1 - e^{2\gamma a} \right) \qquad 2$$

onde $\gamma = C_v \, v / k$; "a" é a distância dos sensores a partir da fonte, medida na direção do fluxo.

3. DETALHES CONSTRUTIVOS E ENSAIO DE CALIBRAÇÃO

A figura 1 abaixo mostra esquematicamente a sonda. A fonte de calor empregada foi um resistor de 3,0 Ω/1W, alojado em uma abertura centralizada da placa de acrílico (dimensões 25,0×13,0×2,4 mm) e fixado com resina epóxi. Os sensores empregados foram termistores NTC, obtidos a partir da miniaturização de termistores comerciais.

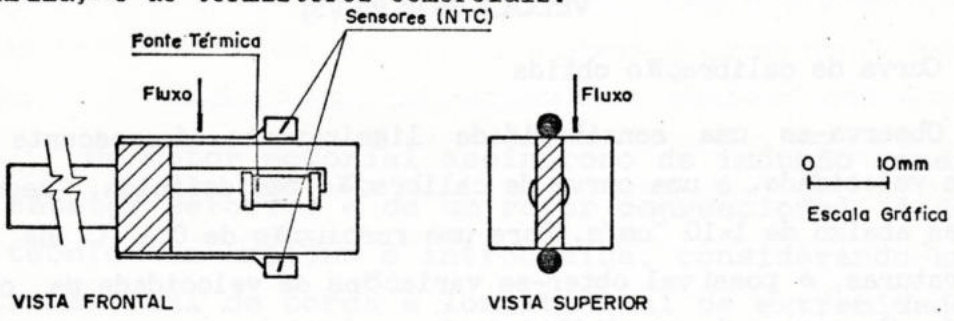


Fig. 1 : Esquema da Sonda

A pastilha semicondutora do NTC comum, em forma de disco, foi cortada e trabalhada até atingir 1,5×3,0 mm. Os termistores foram encapsulados com resina epóxi em um tubo metálico de parede fina, com diâmetro extermo de 2 mm e 4 mm de comprimento. Os sensores assim constituídos foram fixados com cola nos lados maiores do retângulo de acrílico. A placa com os três componentes foi fixada a uma base retangular de acrílico, unida ao suporte metálico.

A sonda foi calibrada em um ensaio de percolação a carga constante, com água a temperatura controlada. Foi usado um solo arenoso laterítico, de cor avermelhada, com aproximadamente 60% de areia fina e 40% de silte e argila, obtido da área de empréstimo para a construção da barragem de Ilha Solteira.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas de ensaio situaram-se entre 25 ± 0,4 °C. O resistor foi alimentado com tensão de 3V durante três minutos. A figura 2 mostra a diferença de temperaturas registrada entre os sensores de jusante e montante, após três minutos de aquecimento, em função da velocidade de fluxo.

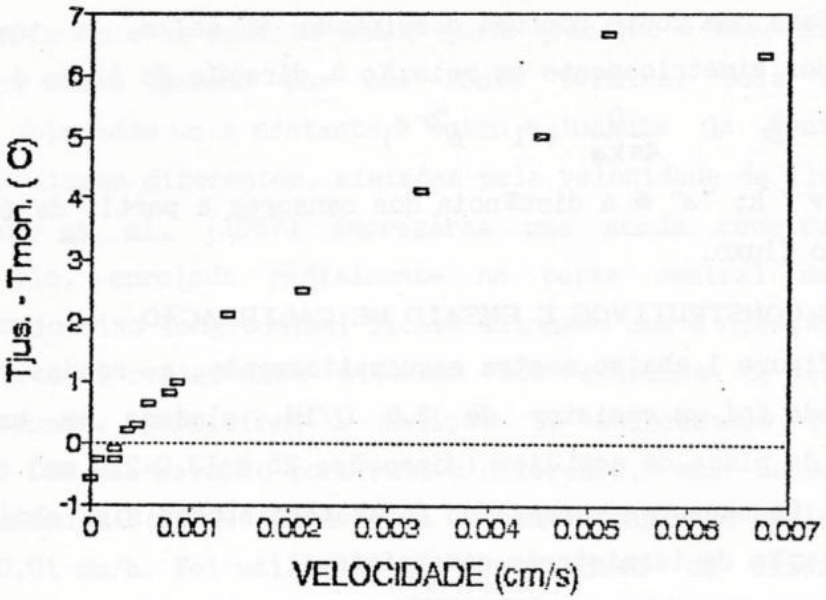


Figura 2: Curva de calibração obtida

Observa-se uma sensibilidade ligeiramente decrescente com o aumento da velocidade, e uma curva de calibração bem definida, mesmo para velocidades abaixo de 1×10^{-3} cm/s. Para uma resolução de 0,1 °C na medição das temperaturas, é possível obter-se variações de velocidade da ordem de 1×10^{-4} cm/s. O aumento da sensibilidade é possível com o mesmo projeto de sonda, pois só depende de maior resolução na medição da temperatura pelos sensores.

5. CONCLUSÃO

A sonda proposta representa, portanto, um bem sucedido esforço de desenvolvimento de protótipo, viabilizado pela técnica de construção de sensores NTC miniaturizados. O protótipo é mais robusto que o proposto por Kawanishi, e de construção relativamente mais simples e mais barata que a solução empregada por Byrne. O equipamento de leitura necessário é menos crítico em relação a ambas as propostas da literatura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARSLAW, H.S. e JAEGER, J.C. (1959). "Conduction of Heat in Solids" Oxford University Press. London. 2ª Ed. 509pp. (1ª Ed., 1946).
- BYRNE, G.F.; DRUMMOND, I.E.; ROSE, C.W. (1967). "A sensor for water flux in soil. 1- "Point Source" instrument". Water Res.Res.,3(4):1073-1078.
- KAWANISHI, H. (1983). "A soil water flux sensor and its use for field studies of transfer processes in surface soil". J. of Hydrol., 60:357-365.

O MOTOR SETORIAL
UMA TÉCNICA DE ANÁLISE

G. A. SIMONE
FET - UNESP - BAURU

R. C. CREPPE
FET - UNESP - BAURU

P. J. A. SERNI
FET - UNESP - BAURU

C. R. de SOUZA
FEE - DSCE - UNICAMP

RESUMO

Um motor setorial assíncrono de indução consistindo de um estator setorial e de um rotor convencional, é descrito e uma técnica de análise é introduzida, considerando-se os efeitos transversal de borda e longitudinal de extremidade. Um exemplo de aplicação da técnica é apresentado e os resultados são discutidos.

ABSTRACT

A sectorial induction motor consisting of one sectorial estator and one conventional rotor is here described and a technique of analysis is introduced. This paper shows a method to analysis taking into account transverse edge and longitudinal end effects. An application example is presented and several results are discussed.

1. INTRODUÇÃO

Um motor setorial é um motor assíncrono dotado de enrolamento bifásico ou trifásico cujo estator tem a forma de um arco de abertura α. Neste motor, um pequeno entreferro separa o segmento estatórico, do rotor. As bobinas do enrolamento estatórico são alojadas em ranhuras aí praticadas, usando modelamento semelhante ao do motor assíncrono linear. Estes motores podem encontrar na prática, um sem número de aplicações, como por exemplo, os volantes de prensas, de compressores, de ventiladores de grande porte (que possam receber volantes motrizes), isto é, abre-se a possibilidade de acionar u´a máquina ou um sistema mecânico a partir de um elemento rotativo do próprio sistema, como é o caso das prensas. O fato de não necessitar de acoplamento mecânico, caracteriza-se como uma das principais vantagens dos motores setoriais. Agrega-se a esta, a construção rígida, simples e barata.

Desenvolveu-se uma análise unidimensional do motor e estabeleceu-se o comportamento da densidade de campo magnético ao longo de uma direção que é tangencial ao rotor. O estudo identificou certas variáveis típicas do motor e determinou para a força propulsora desenvolvida pelo mesmo, força esta que está intimamente ligada ao escorregamento rotórico, um modelo matematico.

A força propulsora apresentada pelo motor setorial é reduzida pela presença do Efeito Longitudinal de Extremidade e, dependendo da estrutura do rotor, pela presença do Efeito Transversal de Borda.

2. DENSIDADE LINEAR DE CORRENTE

Pode-se, teoricamente, substituir os grupos de bobinas que formam as fases, por lâminas fictícias de corrente, com características de um enrolamento trifásico de dois pólos. Os anéis de curto-circuito fazem o fechamento das lâminas fictícias e, por hipótese, não possuem resistência ôhmica. O campo magnético criado no entreferro, se desloca com velocidade li-

near síncrona, dada por:

$$Vsx = 2 \cdot t_p \cdot f \qquad (1)$$

$$Js(x,t) = Js_M \cos(w_s.t - \pi.x/t_p) \qquad (2)$$

A equação (2) expressa uma lâmina fictícia de corrente distribuida sobre a superfície interna do estator.

3: DENSIDADE DE FLUXO NO ENTREFERRO

Definindo-se Js e J_R como sendo densidades lineares de corrente ou lâminas de corrente presentes, respectivamente, no estator e no rotor, escreve-se:

$$\frac{g_o}{\mu_o} \cdot \frac{\delta\, b(x,t)}{\delta x} = Js(x,t) + J_R(x,t) \qquad (3)$$

estando b, Js e J_R em valores instantâneos, sendo b(x,t) a densidade de campo magnético no entreferro e g_o a espessura do entreferro corrigida, dado a existência de ranhuras no estator e no rotor.

4. FORÇA PROPULSORA REAL

Nos motores setoriais, a potência que atravessa o entreferro pode ser calculada a partir da força propulsora real e da velocidade de translação do rotor - V_{Rx}. Demonstra-se que a força propulsora real é calculada a partir da equação[2]:

$$fx = \frac{C}{2} \int_o^L Re\left[Js(x,t)\; b^*(x,t) \right] dx \qquad (4)$$

onde Js(x,t) representa a densidade linear de corrente no estator, em valor instântaneo, $b^*(x,t)$, o valor do complexo conjugado de b(x,t), o que se caracteriza em uma outra forma de análise destas máquinas, isto é, pode-se estudar a máquina assíncrona setorial como um caso particular da máquina assíncrona linear de duplo estator magnético e simples estator elétrico, dotada de linor laminar[1].

5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO E ANALISE DE RESULTADOS.

Foi desenvolvido um motor setorial com rotor em gaiola de esquilo e este possui os seguintes parâmetros:

Diâm. do estator: 101 mm Diâm. do rotor: 98,5 mm
Entreferro: 1,25 mm Núm. de ranh. do estator: 24
Núm. de barras do rotor: 28 Arco estatórico = 209,2 mm
Passo polar: 52,3 mm Altura da barra rotatória: 7.9 mm
Largura da barra rotatória: 3.8 mm

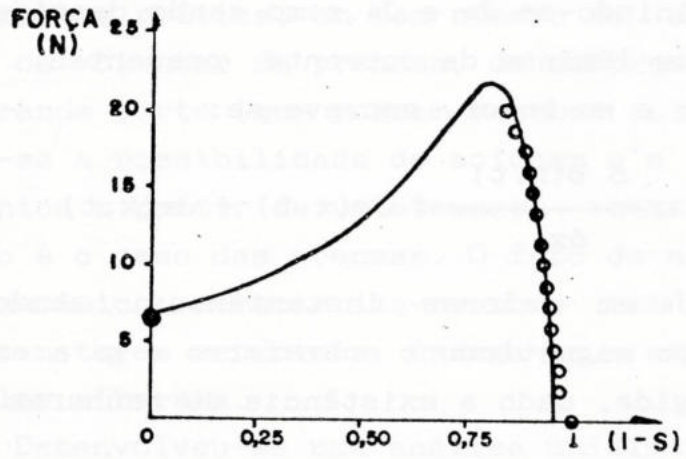


Figura 1: Comportamento da Força Propulsora do Motor Setorial

6. CONSIDERAÇÕES

A partir da Figura 1 pode-se observar o comportamento da força propulsora do motor. O conjugado mecânico está ligado ao produto fx × D. Os dados de ensaio mostrados na referida figura, mostram a segurança do modelo aqui proposto.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

[1] Simone, G. A.- Creppe, R.C., Souza, C.R. - "O Motor Assíncrono Linear para Baixas Velocidades - Uma Técnica de Projeto" - II Simear - São Paulo - Volume 4 - pgs 77 a 91 - 1991.

[2] Hirasa, T. et alii - "Equivalent Circuit of Linear Induction Motors with End Effect Taken into Account" - Trans. IEE - Japan, Vol 100, nº 2, - pgs 65 a 71 - 1980.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE DISPOSITIVOS ELETROMAGNÉTICOS, UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS.

Naasson Pereira de Alcântara Jr.
Departamento De Engenharia e Tecnologia Elétrica
Faculdade de Engenharia e Tecnologia de Bauru
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Ernesto Ruppert Filho
Departamento de Sistema e Controle de Energia Elétrica
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Este trabalho apresenta um modelo matemático para a solução simultânea da equação de difusão, que permite o cálculo da distribuição de fluxo em um dispositivo eletromagnético, e das equações diferenciais que regem o seu comportamento dinâmico. Essa solução é baseada no método dos elementos finitos.

As correntes nos nós da malha de elementos finitos são escritas em termos das correntes nos enrolamentos do dispositivo eletromagnético. Os fluxosconcatenados com os enrolamentos são escritos em função do vetor com o potencial magnético nos pontos nodais. Um sistema de equações integro-diferenciais discretizadas é formulado.

Este modelo permite a solução simultânea e direta das equações diferenciais do dispositivo eletromagnético, dispensando o cálculo de indutâncias. Resultados computacionais comprovados por ensaios de laboratório são também apresentados.

INTRODUÇÃO

O comportamento dinâmico de dispositivos eletromagnéticos é regido por equações diferenciais que relacionam tensões e correntes nos seus enrolamentos, com variações no tempo dos fluxos com eles concatenados. Por outro lado as distribuições de fluxo magnético são regidas por equações diferenciais chamadas equações de campo.

Técnicas modernas de análise consistem em resolver integradamente as equações dinâmicas do dispositivo e as equações de campo, utilizando o método dos elementos finitos. Vários trabalhos foram publicados e, genéricamente, pode-se falar em dois tipos de solução : solução multi-estágios, onde as equações dinâmicas e as equações de campo são resolvidas alternadamente em cada passo de integração e solução simultânea, onde essas equações são resolvidas simultaneamente, através de um único sistema de equações. Este trabalho apresenta um modelo para o cálculo de correntes em um transformador monofásico em regime transitório, utilizando o método de solução simultânea.

EQS. DE CAMPO, EQS DO TRANSFORMADOR E SOLUÇÃO SIMULTÂNEA.

A equação que permite o cálculo da distribuição do fluxo magnético na seção transversal de um dispositivo eletromagnético, levando em conta a variação no tempo, é a equação de difusão :

$$\partial(\nu\partial A/\partial x)/\partial x + \partial(\nu\partial A/\partial y)\partial y = -J + \sigma(\partial A/\partial t) \qquad (1)$$

onde A é o vetor potencial magnético, cujo rotacional é B, vetor indução magnética. ν é o inverso da permeabilidade magnética do meio, J é o vetor densidade de corrente e σ a condutividade elétrica do material. Utilizando uma formulação variacional o mesmo problema pode ser representado pelo funcional de energia :

$$\mathcal{F} = \iint(\int \nu B dB - J.A + \sigma A/2)dxdy \qquad (2)$$

A utilização de elementos finitos triangulares de primeira ordem na minimização de (2), leva a um sistema de equações diferenciais da forma :

$$[S].[A] + [T].[dA/dt] = [R] \qquad (3)$$

onde [S] é uma matriz que relaciona o potencial magnético com

dados geométricos e características magnéticas do meio. [T] é uma matriz que relaciona a variação do potencial magnético no tempo com correntes parasitas e [R] o vetor com correntes nos pontos nodais.

Na solução simultânea, para o caso de um transformador monofásico, a equação (3) é reescrita de forma que apareçam explícitamente as correntes nos enrolamentos primário e secundário, e os fluxos com eles concatenados são escritos em termos do potencial magnético nos pontos nodais :

$$\lambda_p = [F_p]^t.[A] \quad ; \quad \lambda_s = [F_s]^t.[A] \qquad (4)$$

$[G_p]$,$[G_s]$,$[F_p]$ e $[F_s]$ são vetores construidos de acordo com a ref. [1].

Utilizando (4), as equações diferenciais para o transformador monofásico podem ser escritas como :

$$v_p = r_p.i_p + [F_p].[dA/dt] \quad ; \quad v_s = r_s.i_s + [dA/dt] \qquad (5)$$

As equações diferenciais do transformador e a equação de difusão discretizada podem agora ser escritas em um único sistema de equações diferenciais :

$$\begin{bmatrix} T & 0 & 0 \\ F_p^t & 0 & 0 \\ F_s^t & 0 & 0 \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} A \\ i_p \\ i_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} S & G & G \\ 0 & r_p & 0 \\ 0 & 0 & r_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ v_p \\ v_s \end{bmatrix} \qquad (6)$$

Para resolver o sistema de equações (6) é conveniente levantar a singularidade da matriz que multiplica o operador diferencial. Neste trabalho isso é feito dividindo-se o transformador em duas regiões : região 1, material ferromagnético, e região 2, material não magnético. O sistema é particionado, e as variáveis da região 2 eliminadas. Com algumas simplificações físicas tem-se um novo sistema de equações :

$$[U].[dX/dt] + [V].[X] = [Y] \qquad (7)$$

onde :

$$[U] = \begin{bmatrix} T_{11} & 0 & 0 \\ (F_{p1}^t - F_{p2}^t S_{22}^{-1} S_{21}) & -F_{p2}^t S_{22}^{-1} G_{p2} & -F_{p2}^t S_{22}^{-1} G_{s2} \\ (F_{s1}^t - F_{s2}^t S_{22}^{-1} S_{21}) & -F_{s2}^t S_{22}^{-1} S_{p2} & -F_{s2}^t S_{22}^{-1} S_{s2} \end{bmatrix}$$

$$[V] = \begin{bmatrix} (S_{11} - S_{12}S_{22}^{-1}S_{21}) & (G_{p1} - S_{12}S_{22}^{-1}G_{p2}) & (G_{s1} - S_{12}S_{22}^{-1}G_{s2}) \\ 0 & r_p & 0 \\ 0 & 0 & r_s \end{bmatrix}$$

$$[X] = (A_1,\ i_p,\ i_s) \quad ; \quad [Y] = (0,\ v_p,\ v_s)$$

Neste trabalho a integração numérica de (7) foi feita utilizando-se o método trapezoidal implícito.

APLICAÇÕES

O modelo matemático apresentado foi implementado computacionalmente em um programa denominado FLUX1. Um outro programa computacional, denominado FLUX2, foi implementado, utilizando-se um modelo matemático de solução multi-estágios, não apresentado aqui. Para simplificar, o modelo de solução simultânea será referenciado como 1º modelo, e o modelo de solução multi-estágios referenciado como 2º modelo.

Simulações de transitórios foram feitas para um pequeno transformador monofásico de 800 VA, 380/220 V, núcleo encouraçado. Ensaios de laboratório, onde se procurou reproduzir as mesmas situações das simulações também foram realizados, para comprovar os resultados obtidos.

Dois tipos de transitórios foram simulados : alterações bruscas de uma resistência de carga conectada no enrolamento secundário, e curto-circuitos do enrolamento secundário. Foram gravadas as formas de onda para as correntes nos enrolamentos para alguns ciclos imediatamente anteriores e posteriores às operações mencionadas.

As simulações realizadas com FLUX1 e FLUX2 produziram as mesmas formas de onda para os casos analizados. A figura 1a mostra a forma de onda para a corrente no enrolamento primário quando uma tensão de 220 V é aplicada no lado de tensão mais baixa, e uma resistência de carga de 286 Ω, acoplada no lado de tensão mais alta, tem seu valor subitamente reduzido à metade, no instante em que a tensão aplicada é máxima. A figura 1b mostra o oscilograma do ensaio de laboratório para a mesma situação. A figura 2a mostra a forma de onda para a corrente no primário quando a alteração da resistência de

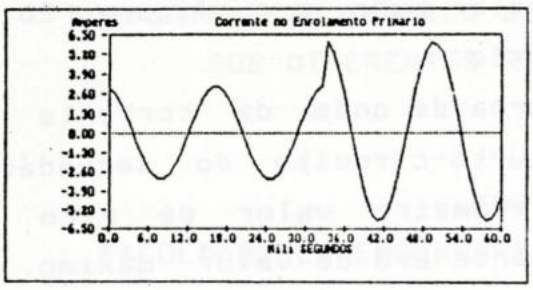


figura 1a

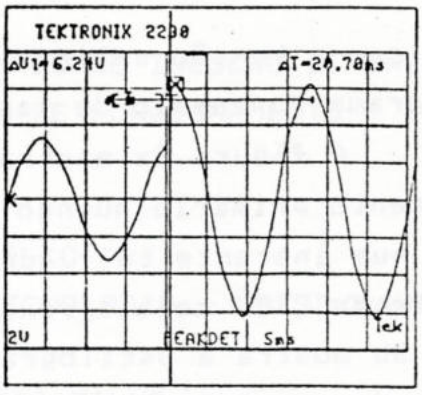


figura 1b

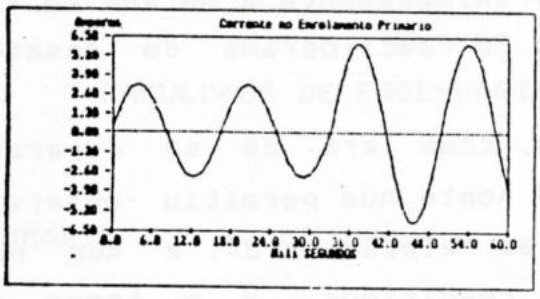


figura 2a

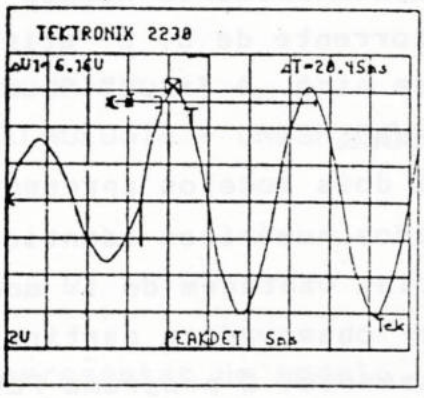


figura 2b

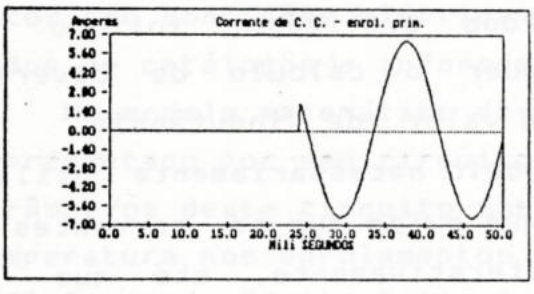


figura 3a

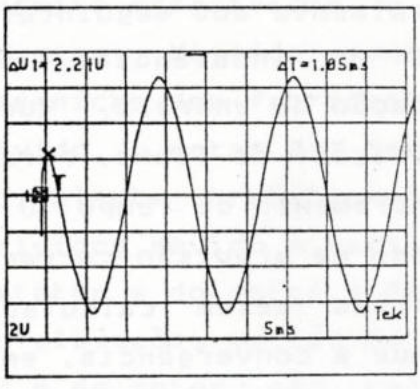


figura 3b

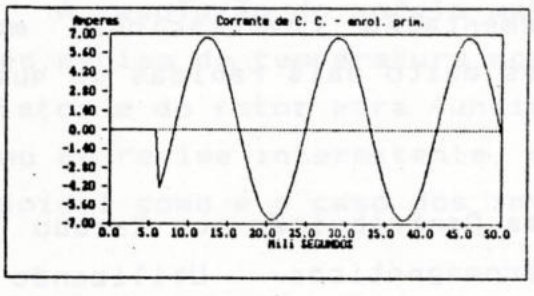


figura 4a

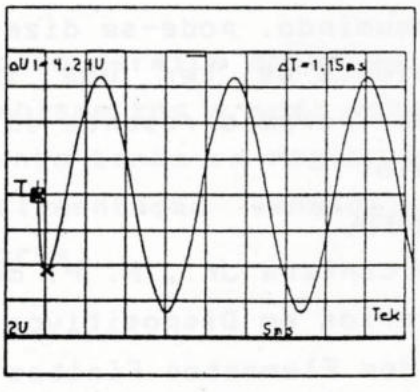


figura 4b

ocorre com a tensão aplicada no valor nulo, e a figura 2b o oscilograma do ensaio de laboratório.

A figura 3a mostra a forma de onda da corrente no enrolamento primário quando um curto-circuito do secundário ocorre num instante tal que o primeiro valor de pico da corrente de C.C. seja aproximadamente 2/3 do valor máximo. A figura 3b mostra a oscilograma do ensaio de laboratório. A figura 4a mostra a forma de onda para a corrente do enrolamento primário quando o curto ocorre num instante tal que a corrente de C. C. atinge aproximadamente a metade de seu valor de pico. A figura 4b mostra o oscilograma do ensaio.

CONCLUSÕES.

Os dois modelos apresentaram, como era de se esperar, resultados numéricos identicos. O ponto que permitiu observar uma nítida vantagem do 1º modelo em relação ao 2º, e que não pode ser observado a partir dos resultados, é o tempo de processamento. O programa FLUX1 é muito mais rápido que o programa FLUX2, numa razão que variou de 1:10 a 1:30, devido principalmente aos seguintes fatos : O programa FLUX2 exige o cálculo de indutâncias. O método utilizado foi o de perturbação de energia, que requer o cálculo de diversas distribuições de fluxo, para cada valor de indutância, em cada incremento de tempo. O 2º modelo necessariamente utiliza um método de previsão-correção, que exige que as correntes e indutâncias sejam calculadas iterativamente, até que se verifique a convergência, em cada instante de tempo. No 1º modelo isso é feito uma única vez, em cada passo de integração.

Resumindo, pode-se dizer que o 1º modelo apresenta o incoveniente de ter uma inmplementação computacional mais complexa, porém apresenta soluções muito mais rápidas do que o 2º modelo.

BIBLIOGRAFIA

[1] - Alcantara Jr., N. P. de "Uma Contribuição ao Estudo de Transitórios em Dispositivos Eletromagnéticos Utilizando o Método dos Elementos Finitos". Tese de Doutorado, FEE-UNICAMP, março de 1992.

COMPORTAMENTO TÉRMICO DE MOTORES DE INDUÇÃO DE GAIOLA SOB DIFERENTES REGIMES DE FUNCIONAMENTO

EDWIN AVOLIO
FACULDADE DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA - UNESP/BAURU

ERNESTO RUPPERT FILHO
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA - UNICAMP

RUDOLF RIBEIRO RIEHL
FACULDADE DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA - UNESP/BAURU

SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo matemático para auxiliar os profissionais que trabalham com especificação de motores. Este modelo permite especificar o melhor motor sob condições elétricas e térmicas, baseado somente em dados de catálogos e informações técnicas dos fabricantes.

No modelo matemático desenvolvido, o motor de indução é representado por seu circuito equivalente tradicional e os parâmetros deste circuito são corrigidos devido a variação da temperatura nos enrolamentos do estator e do rotor e devido a influência do Efeito Pelicular. As elevações médias de temperatura nos enrolamentos do estator e do rotor são calculadas através de um circuito térmico equivalente desenvolvido para o motor de indução.

A resolução do modelo matemático permite obter as elevações médias de temperatura nos enrolamentos e nos núcleos do estator e do rotor para funcionamento tanto em regime contínuo como em regime intermitente, com alimentação senoidal e não senoidal como é o caso dos inversores.

INTRODUÇÃO

Existem diversos tipos de acionamentos em que os regimes de funcionamento impostos a um motor de indução com rotor em gaiola, podem fazer com que sejam atingidas ou até mesmo ultrapassadas as limitações e condições técnicas definidas em seu projeto. Na especificação de um motor, a definição de seu limite de carga está relacionada com as solicitações térmicas e elétricas produzidas pelo regime de funcionamento. Muitas vezes o regime de funcionamento de um motor não se enquadra naqueles definidos por norma, dificultando ainda mais uma especificação segura.

Com o objetivo de proporcionar aos profissionais que trabalham com especificação de motores, uma metodologia que a partir de normas técnicas, dados de catálogos e informações técnicas fornecidas pelo fabricante, estes possam através do comportamento térmico e eletromecânico de um motor, especificar o motor mais adequado a um determinado acionamento. Esta análise pode ser feita com base em resultados obtidos em simulações, utilizando-se o modelo matemático térmico e elétrico do motor.

CIRCUITO ELÉTRICO EQUIVALENTE DE UM MOTOR DE INDUÇÃO

Os parâmetros deste circuito equivalente são determinados a partir dos seguintes dados nominais que constam dos catálogos dos fabricantes [1] : P_n - potência mecânica; V_{fn} - tensão de fase; I_{fn} - corrente de fase; n_n - velocidade; fp_n - fator de potência; η_n - rendimento; P - número de pólos; I_p - corrente de partida (pu); T_p - conjugado de partida (pu); T_m - conjugado máximo (pu). Além destes dados são utilizados também os valores da resistência do enrolamento do estator e das perdas rotacionais, fornecidos pelo fabricante.

CIRCUITO TÉRMICO EQUIVALENTE

O circuito térmico utilizado, está baseado na analogia

existente entre o comportamento térmico de um corpo sólido homogêneo e o comportamento de um circuito RC, alimentado por uma fonte de corrente [1] . Na figura 1, apresenta-se o circuito térmico equivalente que é utilizado tanto para o estator como para o rotor.

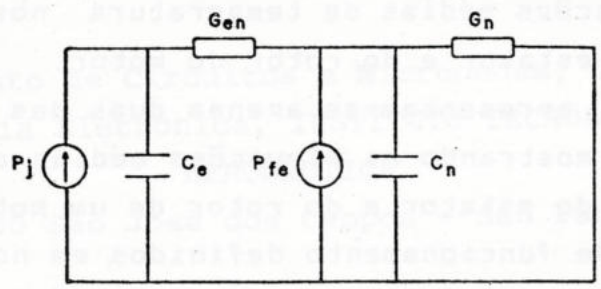


figura 1 - circuito térmico equivalente para a estator e para o rotor do motor de indução

onde:

P_j - potência dissipada pelo enrolamento
P_{fe} - perdas no ferro do núcleo
θ_e - elevação média de temperatura no enrolamento
θ_n - elevação média de temperatura no núcleo
G_{en} - condutância de calor entre o enrolamento e o núcleo
G_n - condutância de calor entre o núcleo e o meio ambiente
C_e - capacidade térmica do enrolamento
C_n - capacidade térmica do núcleo

Para os circuitos térmicos do estator (e) e do rotor (r) do motor de indução pode-se escrever :

$$p\theta_{ee} = \left(1 / C_{ee}\right)\left[P_{j1} - G_{ene}\left(\theta_{ee} - \theta_{ne}\right)\right]$$

$$p\theta_{ne} = \left(1 / C_{ne}\right)\left[P_{fe1} + G_{ene}\left(\theta_{ee} - \theta_{ne}\right) - G_{ne}\,\theta_{ne}\right]$$

$$p\theta_{er} = \left(1 / C_{er}\right)\left[P_{j2} - G_{enr}\left(\theta_{er} - \theta_{nr}\right)\right]$$

$$p\theta_{nr} = \left(1 / C_{ne}\right)\left[P_{fe2} + G_{enr}\left(\theta_{er} - \theta_{nr}\right) - G_{nr}\,\theta_{nr}\right]$$

RESULTADOS

A resolução deste sistema de equações diferenciais, junto com os valores das potências dissipadas e das perdas no ferro obtidas através do circuito equivalente do motor, permite calcular as elevações médias de temperatura nos enrolamentos e nos núcleos do estator e do rotor do motor.

Na figura 2, apresentam-se apenas duas das curvas que podem ser obtidas, mostrando as elevações médias de temperatura nos enrolamentos do estator e do rotor de um motor de 50 cv, para os regimes de funcionamento definidos em norma como regimes S1 e S4, com o motor alimentado por tensões senodais.

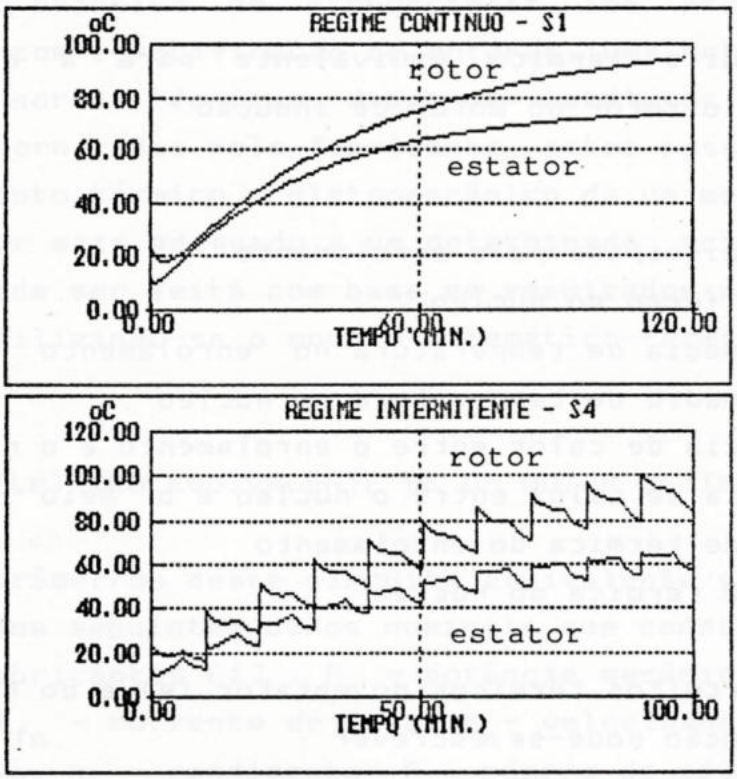


figura 2 - Elevação de temperatura nos enrolamentos do estator e do rotor de um motor de 50 CV, regimes S1 e S4, com alimentação senoidal

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] - Avolio E. " Estudo do comportamento térmico e do desempenho elétrico de um motor de indução com rotor em gaiola", Tese de doutorado apresentada a FEE/UNICAMP, março/ 1992

PROJETO DE TRANSDUTOR PIEZOELÉTRICO COM AUXILIO DE COMPUTADOR

José Edimar Barbosa Oliveira
Dalmo Santos Lima

Departamento de Circuitos e Microondas, Divisão de Engenharia Eletrônica, INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA.
CEP 12208-900 São José dos Campos - São Paulo - Brasil

SUMÁRIO

Apresenta-se uma análise sistemática, com auxilio de computador, das características relevantes de um transdutor piezoelétrico para ondas volumétricas; as característica examinadas são: Impedância de entrada, perda por inserção e largura de faixa. A análise desenvolvida mostra que estas características são fortemente afetadas pelas espessuras das camadas de casamento para uma dada combinação de material piezelétrico e material no qual a onda se propaga. O modelo matematatíco quando aplicado a materiais reais gera cálculos extenuantes que por muitas vezes, induzem a simplificações que mascaram a importância de características relevantes. Os resultados computacionais demonstram de modo inequívoco que certas variaveis são criticas e não devem ser negligenciadas.

I - INTRODUÇÃO

A crescente utilização de instrumentação baseada em onda elástica, (aplicações em caracterização de materiais e dispositivos acústico-ópticos entre outros) requer a implementação de transdutores piezoelétricos com características bem determinadas ; por exemplo: determinada perda por inserção sob uma certa largura de faixa de frequência. Estas características dependem do material piezoeletríco e de sua geometria bem com do tipo e geometria dos eletrodos. Vários autores publicaram trabalhos nos quais as caractrísticas, já mencionadas, são analisadas, porém não existia uma analise sistemática com auxilio de computador a qual permitisse uma investigação das características do transdutor em função da geometria e características dos materiais envolvidos [1], [2]. Este trabalho é dividido em três partes. Na primeira parte descrevemos o princípio de operação de um transdutor piezoelétrico de ondas volumétricas e enfatizamos os efeitos da espessura dos eletrodos bem como das camadas intermediárias entre o eletrodo reverso e o meio no qual a onda se propaga. Na segunda parte apresentamos os resultados numéricos, obtidos pelo programa de computador, para dois trasndutores nos quais a camada piezoelétrica é de $LiNbO_3$ corte X. Em um dos casos os eletrodos são de prata e o meio no qual a onda se propaga é quartzo fundido; no outro caso mantem-se a estrutura anterior porêm adicona-se uma camada de aluminio e outra de indio entre o eletrodo reverso e o quartzo fundido. Finalmente na terceira parte apresentamos as conclusões e tecemos comentários sobre a análise desenvolvida.

II - PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO DO TRANSDUTOR

O esquema básico do transdutor piezoelétrico é mostrado na figura 1. Neste esquema uma lâmina piezoelétrica com área "A" e espessura "t" é submetida a ação de uma tensão elétrica

a qual gera uma intensidade de campo elétrico que por sua vez é acoplada a uma vibração mecânica via efeito piezoelétrico. Esta onda elástica propaga-se parte para a direita e parte para esquerda. A parte que se propaga para a esquerda atravessa o eletrodo de topo e atingindo a interface deste eletrodo com o ar, é refletida. A parcela que se propaga para a direita atravessa as camadas intermediárias, com reflexões parciais, e atinge a região de quartzo fundido. A impedância elétrica do transdutor, razão entre tensão e corrente fornecidas pelo gerador de tensão, depende das propridades dos materiais, sua geometria e freqüência do sinal elétrico, de acordo com as previsões teóricas apresentadas no modelo de Mason [3]. As espessuras dos eletrodos, da camada piezoelétrica são frações expressivas do comprimento de onda da onda elástica e portanto a análise do transdutor requer a utilização de parametros distribuídos. As camadas intermediárias tem como função realizar o casamento mecânico entre a lâmina piezoelétrica e o material em que a onda deve se propagar. A impedância elétrica do transdutor ilustrado na figura 1 exibe uma reatância capacitiva e uma parte resistiva, a qual, apresenta um valor máximo próximo a freqüência de ressonância da lâmina piezoelétrica. Na próxima seção ilustramos os aspectos acima descritos para duas configurações particulares de transdutores.

III - RESULTADOS NUMÉRICOS

Utilizamos o circuito equivalente de Mason para determinar as características de dois transdutores piezoelétricos nos quais as lâminas são de $LiNbO_3$ corte X com freqüência de ressonância de 50 MHz. No primeiro caso (CASO I) não exitem camadas entre o eletrodo reverso e o quartzo fundido; já no segundo caso (CASO II) utiliza-se uma camada de alumínio e outra de indio. Os dois casos são descritos sumariamente a seguir:

CASO I - TRANSDUTOR I

Função	Material	Espessura
Eletrodo de topo	Prata	32,2 μm
Transdutor	Nibato de Lítio	47,6 μm
Eletrodo reverso	Prata	32,2 μm
Meio	Quartzo fundido	-

CASO II - TRANSDUTOR II

Função	Material	Espessura
Eletrodo de topo	Prata	32,2 μm
Transdutor	Nibato de Lítio	47,6 μm
Eletrodo reverso	Prata	32,2 μm
Camada intermediária	Indio	28,8 μm
Camada intermediária	Aluminio	60,8 μm
Meio	Quartzo fundido	-

Para desenvolver os cálculos foi desenvolvido um software na linguagem Turbo Pascal versão 5.5, o qual foi utilizado um PC AT compatível com monitor VGA e coprocessador.

Na figura 2.a é mostrado a variação da impedância com a freqüência, na faixa de 25 MHz a 75 MHz, para o transdutor especificado no CASO I; por outro lado a fig. 2.b mostra a perda por inserção na mesma faixa de freqüência. Examinando a fig. 2 nota-se que o transdutor exibe uma faixa de 3 db igual a ~ 8 MHz enquanto a parte resistiva tem um valor máximo de 62 ohms em 50 MHz.

A fig 3a ilustra a variação de impedância entre 25 MHz e 75 MHz para o transdutor do CASO II; por outro lado a fig. 3b mostra a perda de inserção na mesma faixa de freqüência. Comparando com a fig. 2b observa-se um acrescimo de na faixa de freqüência de 3db de ~ 120 %.

III - CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos com software desenvolvido para projetar um transdutor piezoelétrico de ondas volumétricas. Os resultados obtidos permitem determinar de forma precisa os efeitos das camadas

intermediárias na largura de faixa e perda por inserção do transdutor. O trabalho desenvolvido é bastante útil para determinar a configuração do transdutor piezoelétrico, área da lâmina piezoelétrica e camadas intermediárias a serem utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem os apoios financeiros da Fundação de Auxilio à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processo n. 90/4122-0) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq (processo n. 360527/91-4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] T.M.Reeder and D.W.Winslow, "Characteristics of Microwave Acustic Transducer for volume wave excitation", IEEE Trans. MTT-17, 927, 1969.

[2] H.F.Tiersten, "Linear Piezoelectric Plate Vibrations", N.Y., Plerum Press, 1969.

[3] W.P.Mason, "Eletromechanical Transducers and Wave Filters", Princeton, New Jersey, Vari Nostrand, 1948.

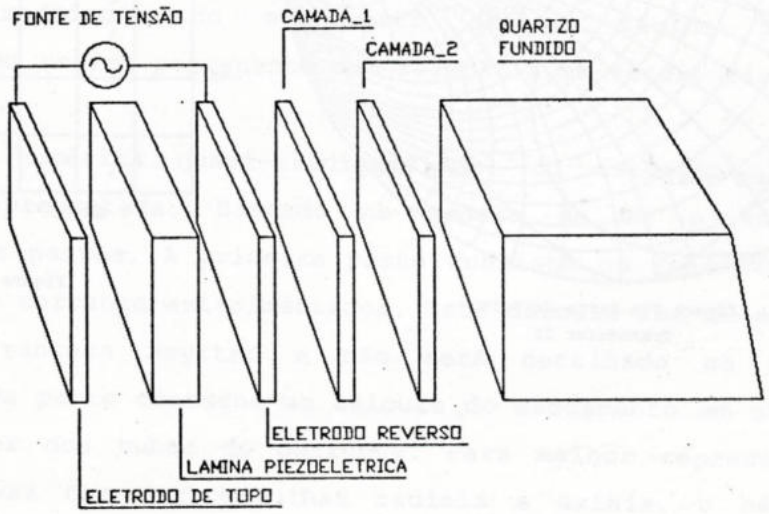


FIG. 1 - MONTAGEM DO TRANSDUTOR

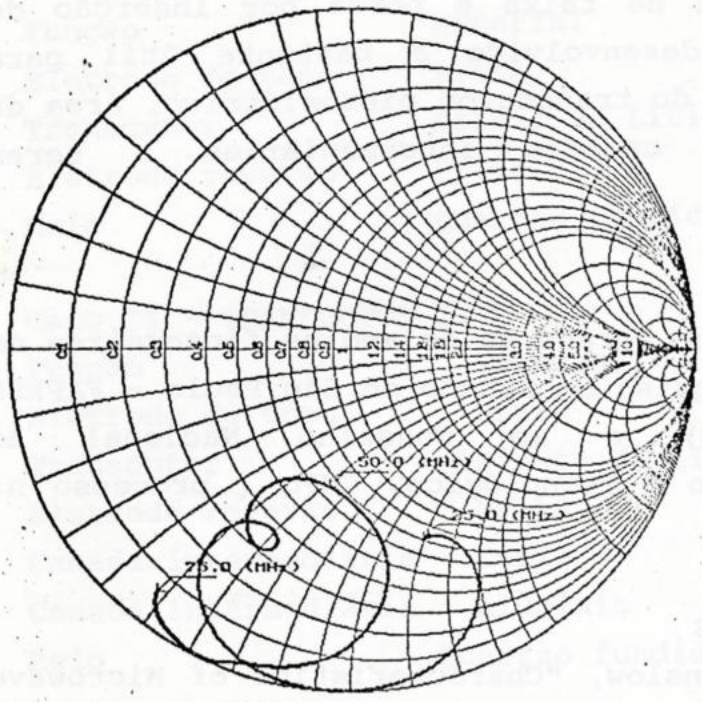


Figura 2.a Carta de Smith
Transdutor I

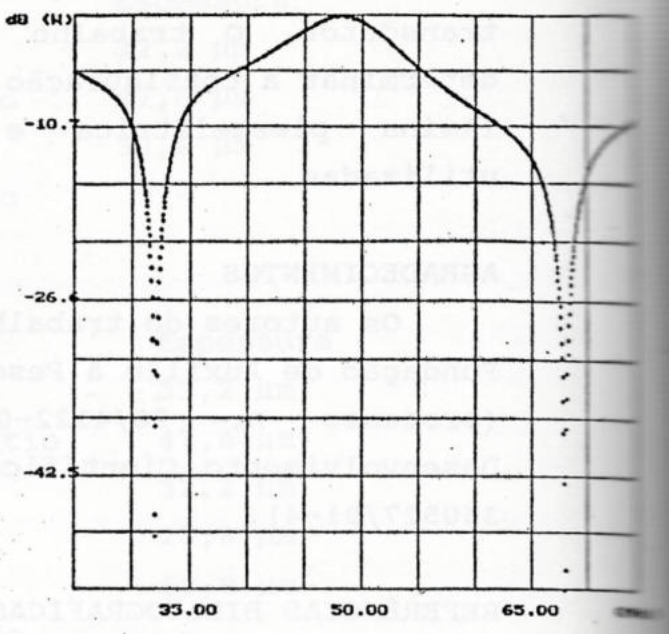


Figura 2.b Perda por inserção
Transdutor I

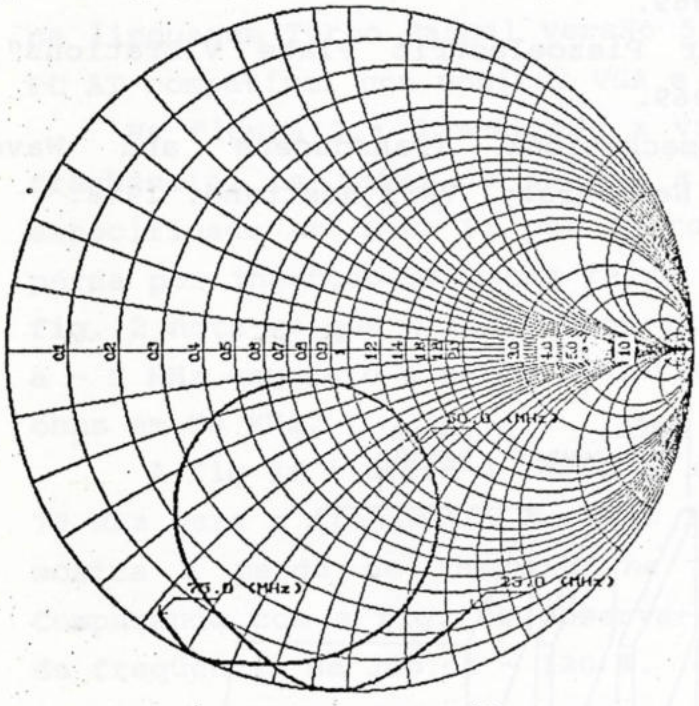


Figura 3.a Carta de Smith
Transdutor II

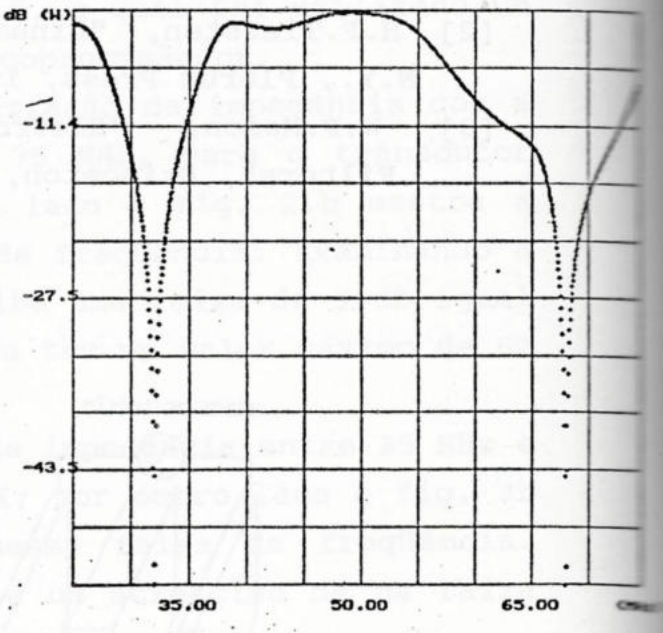


Figura 3.b Perda por inserção
Transdutor II

MODELAGEM QUASI-TRIDIMENSIONAL DO ESCOAMENTO EM TURBOMAQUINAS

José Carlos Cesar Amorim
Departamento de Energia
FEG - UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

SUMARIO

A previsão do escoamento em um rotor de turbomáquina é um trabalho extremamente complexo considerando-se que ele é tridimensional, turbulento e sujeito à influência da rotação e curvatura das superfícies. A solução numérica das equações de Navier-Stokes é ainda inviável para as aplicações industriais devido ao seu custo elevado e às limitações impostas pela memória e velocidade de cálculo dos computadores atuais.

Uma das aproximações mais utilizadas para o cálculo do escoamento, próximo do ponto nominal de funcionamento, em turbomáquinas é baseado na hipótese do escoamento relativo no rotor como sendo permanente e composto de um escoamento principal sem atrito e de um escoamento parietal com atrito do tipo camada limite. O objetivo do presente trabalho é a modelagem do escoamento de um fluido perfeito, incompressível e em regime permanente com relação à um referencial ligado ao rotor.

Uma solução numérica quasi-tridimensional do escoamento em uma turbomáquina é apresentada. Baseado no modelo de Wu o cálculo é decomposto em duas partes. A primeira parte consiste na determinação da forma dos tubos de corrente axissimétricos. Este cálculo foi desenvolvido pela companhia francesa Neyrtec e não será detalhado no presente trabalho. A segunda parte concerne ao cálculo do escoamento em uma grade de pás no interior dos tubos de corrente. Para melhor representar as geometrias complexas das turbomáquinas radiais e axiais, o cálculo é feito pelo método dos elementos finitos. Algumas aplicações são feitas para validar o método de cálculo proposto neste trabalho.

INTRODUCAO

O objetivo do presente trabalho é a modelagem do escoamento de um fluido perfeito, incompressível e em regime permanente com relação à um referencial ligado ao rotor.

O modelo escolhido neste caso utiliza o método das superfícies S1/S2 desenvolvido por Wu [1], que consiste na análise do escoamento tridimensional com a ajuda de dois modelos bidimensionais iterativamente conectados. A definição das superfícies S1 e S2 aparece claramente na figura 1.

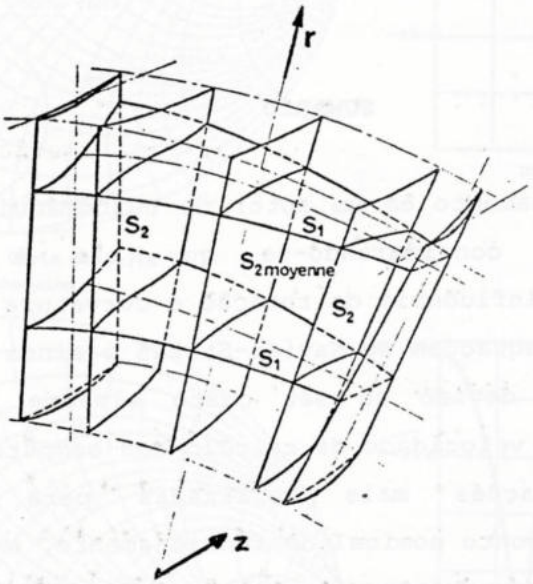


Figura 1 - Superfícies S1/S2

É evidente que a solução final do problema passa pela combinação destes dois tipos de superfície, considerando que a forma de cada uma das superfícies é obtida graças à solução calculada sobre a outra superfície. É importante salientar que este método não permite tratar superfícies fortemente curvadas e nem escoamentos com recirculação.

FORMULACAO DO ESCOAMENTO

Em um sistema de coordenadas curvilíneas ortogonais ligado ao rotor, girando com uma velocidade angular ω, as equações do movimento de um fluido não-viscoso, permanente e incompressível são expressas por:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{w} = 0 \qquad (1)$$

$$(\vec{\nabla} \times \vec{w} + 2\,\vec{\omega}) \times \vec{w} = -\,\vec{\nabla}\, I \qquad (2)$$

$$\vec{w} \cdot \vec{\nabla}\, I = 0 \qquad (3)$$

onde $I = h + w^2/2 - u^2/2$ representa a rotalpia.

Uma função corrente ψ pode ser definida no referencial ligado às pás de tal maneira que a equação da continuidade (1) seja automaticamente satisfeita.

Toda a parte relativa ao cálculo do escoamento no plano meridiano foi desenvolvida pela companhia francesa Neyrtec e não é detalhada neste trabalho. A seguir será descrito o cálculo no plano pá a pá.

CONDICOES DE CONTORNO

As condições de contorno são os valores das velocidades normais à superfície limitando o volume de controle, a condição de aderência sobre as pás, o núcleo e a coroa externa do rotor. Algumas condições suplementares devem ser satisfeitas, por exemplo: a periodicidade do escoamento e a condição de Kutta-Joukowski.

RESOLUCAO PELO METODO ELEMENTOS FINITOS

A solução do problema com as condições de contorno definidas anteriormente é obtida pelo método dos elementos finitos. Para isso, é utilizada uma formulação variacional que necessita a minimização de uma função. Neste trabalho não é abordada a justificativa matemática desta formulação, que poderá ser encontrada na referência 2.

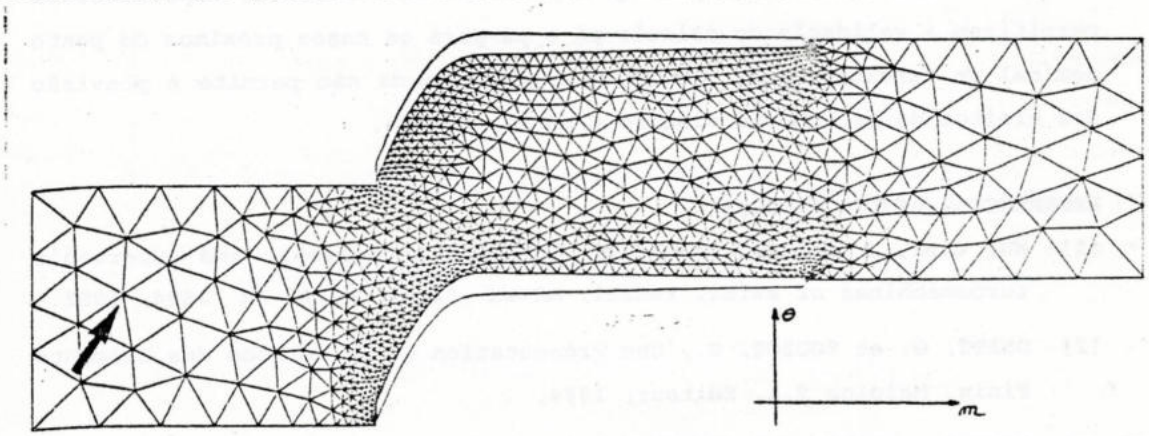


Figura 2 - Malha no plano pá a pá do compressor Mizuki.

RESULTADOS OBTIDOS

O exemplo estudado neste trabalho é um compressor centrífugo com 12 pás radiais provido de um indutor axial [Ref. 3]. A figura 2 mostra a malha obtida no plano (m,θ) na superfície de corrente média do escoamento. Ela é constituída por 1200 nós, com 60 nós sobre o extrados e

50 nós sobre o intrados. Para este caso, uma comparação com os resultados experimentais obtidos por Mizuki et al [3] mostrou-se satisfatória.

A figura 3 mostra uma comparação entre os resultados obtidos e os experimentais para as distribuições de pressões estáticas em duas superfícies de corrente do escoamento, no ponto nominal de funcionamento. Esta comparação mostra uma boa concordância entre os resultados e permite a validação do cálculo apresentado.

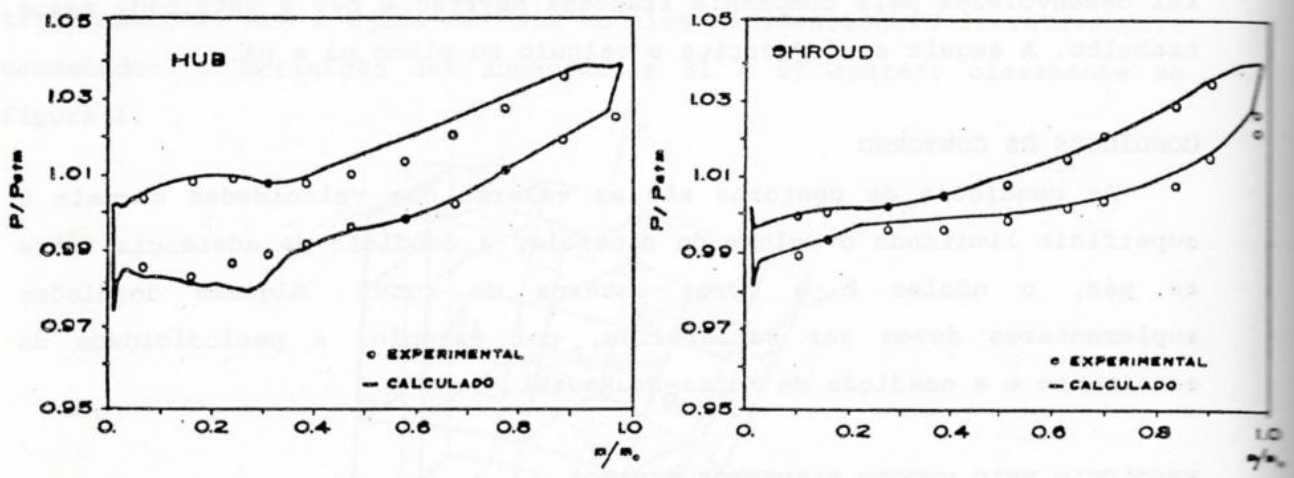


Figura 3 - Distribuição de pressões estáticas para o compressor Mizuki.

CONCLUSOES

Um programa para o cálculo do escoamento em uma turbomáquina foi desenvolvido. Ele tem a vantagem de não introduzir restrições quanto a forma do rotor a estudar. As comparações com os resultados experimentais permitiram a validação do cálculo pá a pá para os casos próximos do ponto nominal de funcionamento. A modelagem apresentada não permite a previsão dos efeitos do escoamento viscoso e/ou secundário.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] WU, C.H., A general theory of 3-D flow in subsonic and supersonic turbomachines of axial, radial, mixed flow, NACA TN 2604, 1952.

[2] DHATT, G. et TOUZOT, G., Une Présentation de la Méthode des Eléments Finis, Maloine S.A. Editeur, 1984.

[3] MIZUKI, ARIGA and WATANABE, Investigation concerning the blade loading of centrifugal impellers, ASME Paper n.74-GT-143, 1974.

DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE VELOCIDADE E DE TEMPERATURA DO ESCOAMENTO DE UM FLUÍDO NA REGIÃO POROSA ENTRE DOIS DISCOS ROTATIVOS.

LUIZ ROBERTO CARROCCI
DEN/FEG/UNESP
FELIPE RINALDO QUEIROZ DE AQUINO
DME/FEG/UNESP

Sumário

Neste trabalho são apresentadas soluções para os perfis de velocidade e de temperatura no escoamento de um fluído newtoniano na região porosa entre dois discos rotativos, utilizando-se a teoria das perturbações para a solução das equações. O número de Reynolds, $|R| < 1$, é utilizado como parâmetro de perturbação.

É analisado o efeito do aumento da porosidade da região entre os discos no perfil de sua temperatura para vários valores do número de Prandtl e do número de Eckert para o número de Reynolds 0,80.

1. Introdução

Consideremos o escoamento permanente de um fluído viscoso newtoniano que ocupa o espaço entre dois discos infinitos coaxiais giratórios, com permeabilidade k e porosidade α.

Usaremos o sistema de coordenadas cilíndricas (r, θ, z) e as variáveis primárias u, v, w para as velocidades.

2. Equações Governantes

i) Distribuição de Velocidade

O escoamento do fluído é descrito pelas equações da continuidade (2.1), e do movimento (2.2) a (2.5), escritas em coordenadas cilíndricas:

$$\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \qquad (2.1)$$

$$\rho\left[u\frac{\partial u}{\partial r} + w\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r}\right] = -\frac{\partial p}{\partial r} + \mu\left[\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{u}{r^2}\right] - \frac{\mu}{k}u \qquad (2.2)$$

$$\rho\left[u\frac{\partial v}{\partial r} + w\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{uv}{r}\right] = \mu\left[\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial v}{\partial r} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} - \frac{v}{r^2}\right] - \frac{\mu}{k}v \qquad (2.3)$$

$$\rho\left[u\frac{\partial w}{\partial r} + w\frac{\partial w}{\partial z}\right] = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu\left[\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right] - \frac{\mu}{k}w \qquad (2.4)$$

As condições de contorno do problema são :

$$\begin{array}{llll} u = 0 & v = 0 & w = 0 & \text{para } z = 0 \\ u = 0 & v = rw & w = 0 & \text{para } z = d \end{array} \qquad (2.5)$$

Os parâmetros $u = r\Omega F(\varepsilon)$, $v = r\Omega G(\varepsilon)$ e $w = r\Omega H(\varepsilon)$ foram utilizados para a adimensionalização.

Para a solução das equações usamos o método regular de perturbação, com as soluções de ordem de aproximação zero, um e dois para as funções G e H.

ii) Distribuição de Temperatura

Nesta seção vamos obter a solução da equação para a distribuição de temperatura. Consideramos que o disco inferior (z = 0) está mantido a uma temperatura $T = T_1$ e o disco superior (z = d) a uma temperatura constante $T = T_2$.

A equação da energia escrita em coordenadas cilíndricas é :

$$\alpha\rho c\left(u\frac{\partial T}{\partial r} + w\frac{\partial T}{\partial z}\right) = K\nabla^2 T + \alpha\mu\phi \qquad (3.1)$$

Introduzindo as variáveis adimensionais

$$T^* = \frac{T - T_1}{T_2 - T_1} \quad ; \quad \bar{r} = \frac{r}{d} \quad , \quad \varepsilon = \frac{z}{d} \, . \tag{3.2}$$

e fazendo ,

$$T^*(\bar{r}, \varepsilon) = \bar{T}(\varepsilon) + \bar{r}^2 \, \tilde{T}(\varepsilon) \tag{3.3}$$

com o emprego do método das perturbações podemos encontrar $T^*(\bar{r},\varepsilon)$, que é apresentada nas figuras 1 e 2.

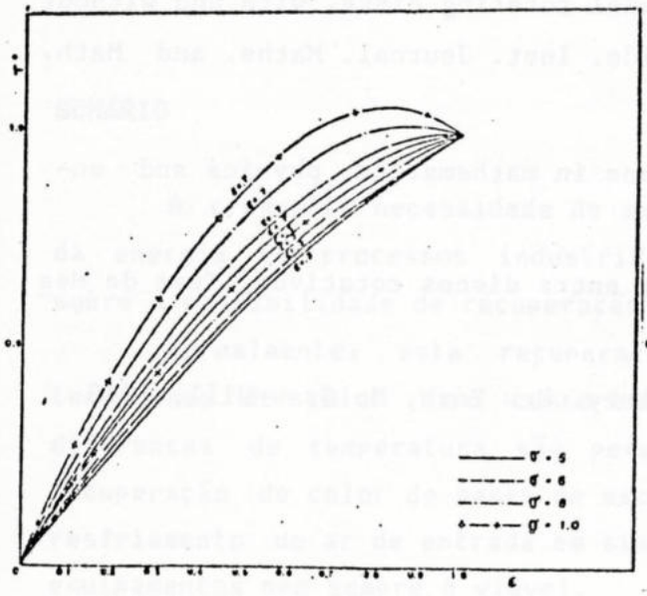


Figura 1

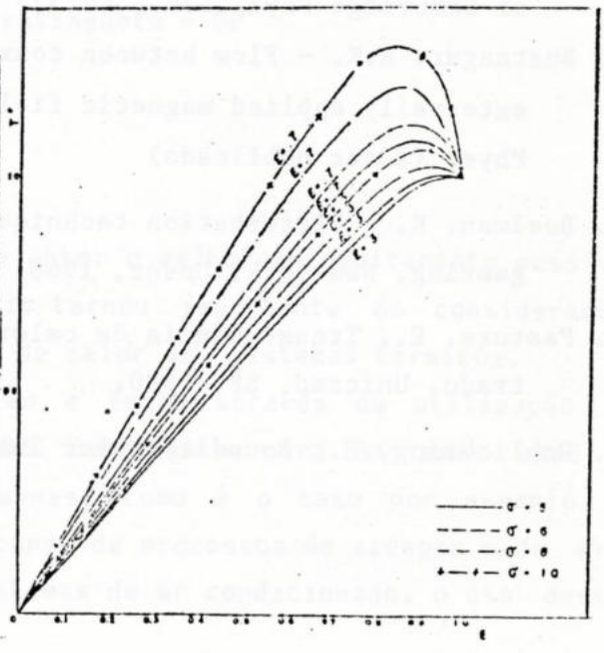


Figura 2

3. Resultados e Conclusões

Na Figura 1 é mostrado o comportamento da temperatura T* em função de $\varepsilon = \frac{z}{d}$, sendo fixados os valores do número de Reynolds R=0,80, parâmetro de porosidade a =1,0,para diversos valores dos números de Prandtl (σ) e Eckert (E).

Nota-se que para um produto maior σE, a temperatura T*, é sempre crescente. Verifica-se que para um produto de $\sigma E < 0,56$, o máximo de T* é obtido em $\varepsilon = 1,0$, isto é, sobre o disco superior.

Na Figura 2 vê-se que para um aumento do parâmetro de porosidade, a = 5,0, a temperatura T* cresce mais rapidamente com o produto σE. Observa-se que somente para $\sigma E < 0,15$, o máximo de temperatura assume o valor unitário. Para os demais valores de σE, os máximos de temperatura se deslocam para o entorno do ponto $\varepsilon = 0,85$.

À medida que cresce o parâmetro de porosidade o máximo de temperatura se desloca da meia distância entre os discos para o disco superior.

4. Referências

1. Stewartson, K. - On the flow between two rotating coaxial disks. Proc. of Cambridge Phyl. Soc., 49:333 - 41, 1953.
2. Bhatnagar, R.K. - Flow between coaxial rotating disks, with and without externally applied magnetic fields. Inst. Journal. Maths. and Math. Phys. (a ser publicado)
3. Beelman, R. - Perturbation techniques in mathematics, physics and engeering. New York, Dover, 1966.
4. Pastore, E., Transferência de calor entre discos rotativos, Tese de Mestrado, Unicamp, SP, 1980.
5. Schlichting, H., Boundary Layer Theory. New York, Mc Graw-Hill, 1968.

TROCADOR DE CALOR COMPACTO COM TUBOS DE CALOR

Mauricio Araujo Zanardi
Nelson Murcia
Petronio Masanobu Tanisho
UNESP/FEG/DEN
12500 - Guaratinguetá - SP

SUMÁRIO

A crescente necessidade de se obter o melhor aproveitamento possível da energia em processos industriais tornou importante as considerações sobre a possibilidade de recuperação de calor nos sistemas térmicos.

Normalmente, esta recuperação é feita através da utilização de trocadores de calor tipo casco-tubo. Entretanto, para sistemas onde as diferenças de temperatura são pequenas, como é o caso por exemplo de recuperação de calor de gases de escape, de processos de secagem e de pré-resfriamento do ar de entrada em sistemas de ar condicionado, o uso destes equipamentos nem sempre é viável.

Para estes processos, os trocadores de calor com tubos de calor são os que melhor se adaptam às condições de trabalho. Nestes equipamentos, temos dois escoamentos, quente e frio, externos aos tubos o que proporciona uma melhor performance da troca térmica, existe ainda a possibilidade da separação destes por uma região chamada adiabática que irá diminuir os casos de contaminação mútua dos fluidos.

Este trabalho tem como principal objetivo a determinação de parâmetros de projeto de recuperadores de calor com tubos de calor, utilizando estruturas compactas comerciais para a diminuição dos custos finais de construção e possibilitar uma produção em série dos mesmos.

Os resultados obtidos indicam uma boa performance dos trocadores de calor testados, possibilitando sua utilização em sistema térmicos específicos e os parâmetros medidos são de grande utilidade no projeto destes sistemas.

INTRODUÇÃO

O estudo de tubos de calor individualmente, vem sendo feito desde sua redescoberta por Grover e Erickson (1964) e do desenvolvimento da primeira teoria feita por Cotter (1965). Após esta teoria, um grande número de pesquisadores passaram a estudar em detalhes seus processos de funcionamento e a medida que os estudos avançam o número de aplicações possíveis tem aumentado significativamente.

O uso de tubos de calor em recuperadores foi proposto por Amode e Feldman (1976) em um artigo em que usando técnicas de projeto de trocadores convencionais e a teoria de tubos de calor se desenvolveu um método para previsão do desempenho destes equipamentos, embora não tenha sido feito testes experimentais para a confirmação do método. Lee e Bedrossian (1977) fizeram um estudo experimental para trocadores usando tubos de calor e termosifões e Huang e Tsuei (1984) desenvolveram um método de análise destes equipamentos.

Recentemente, Murcia (1989), Paibert (1990) apresentaram um desenvolvimento teórico e experimental e Tanisho (1990) fez um estudo experimental da influência do ângulo de inclinação no desempenho destes trocadores.

Nosso objetivo neste trabalho foi desenvolver, utilizando o conhecimento por nós adquirido em vários estudos com trocadores de calor com tubos de calor, um trocador modular e compacto para utilização em sistemas de recuperação de calor industrial. Para isso, foram construidos três módulos e um sistema de testes como descritos a seguir.

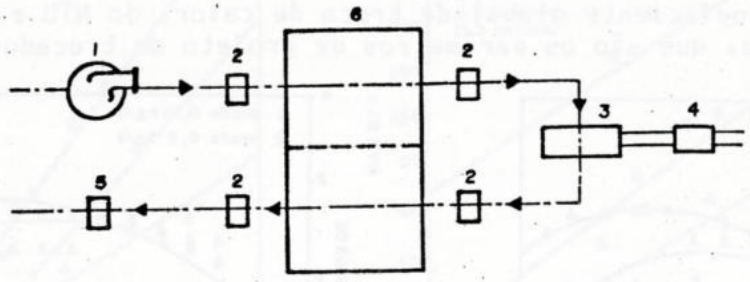
ANÁLISE EXPERIMENTAL

Para realizar os estudos pretendidos foram construidos 3 trocadores de calor utilizando carcaças de trocadores de calor normalmente utilizados em sistemas de refrigeração. Cada carcaça possui 48 tubos de cobre de 1/2" de diâmetro e 60 cm de comprimento, com distribuição triangular e aletamento integral de aluminio com espaçamento equivalente a 8 aletas por polegada. Estas carcaças foram adquiridas no mercado nacional e formaram trocadores que podem ser associados em série de forma modular de acordo com as necessidades de troca térmica.

Cada um destes tubos foram transformados em tubo de calor, com estrutura porosa de telas de bronze, tendo água como fluido de trabalho, sendo portanto recomendados para utilização em processos de troca térmica na faixa de temperatura entre 80 a 180 C.

Para obtenção dos resultados experimentais montou-se um sistema de testes composto por um ventilador centrífugo com vazão de 7000 m3/h, por um sistema de aquecimento de resistências elétricas com potência variável entre 3 a 48 kW e sistemas de medida de temperatura usando termopares de Fe-Co e orificios calibrados para medidas de vazão. Estes sistemas foram montados, conforme mostrado na figura (1) de forma a simular um processo de recuperação de calor.

Os parâmetros analisados foram aqueles importantes para o dimensionamento de trocadores de calor ou seja, a efetividade, NTU e coeficientes globais de troca de calor e potência retirada e suas variações com a inclinação e a diferença média logaritmica de temperatura entre os fluidos quente e frio.



1-Ventilador 2-Termopares 3-Resist.Elétricas
4-Contrôle Eletrico 5-Medidor de Vazão 6-Trocador de Calor

Figura 1. Diagrama esquemático do sistema de testes.

Foram realizados testes utilizando módulos individuais e associações de 2 e 3 módulos de forma a se ter dados a respeito do comportamento destes trocadores. Durante os testes variou-se a vazão dos fluidos e a potência externa fornecida (indiretamente a diferença de temperatura entre os fluidos).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura (2) apresenta a influência da inclinação do trocador na potência transferida para duas vazões e um módulo. Embora pela teoria de tubos de calor, seja esperado que a potência transferida aumente continuamente com a inclinação, quando o condensador dos tubos de calor está acima do evaporador, isto não é o mostrado nos dados experimentais e pode ser visto nesta figura.

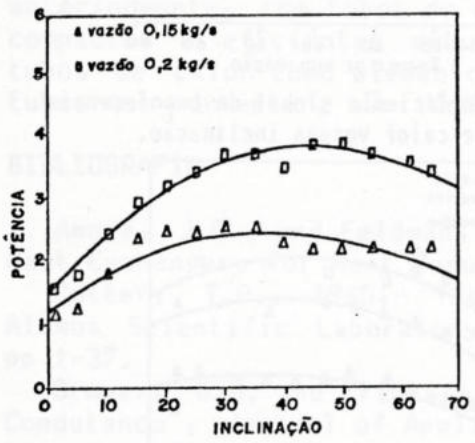


Figura 2. Potência transferida versus inclinação.

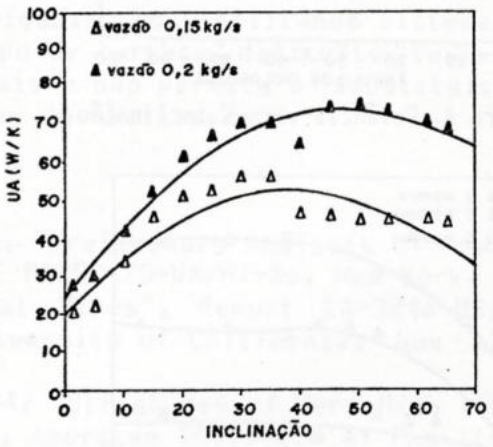


Figura 3. Coeficiente global de transferência de calor versus inclinação.

A teoria dos trocadores de calor convencionais e com tubos de calor, já desenvolvidas não incluem a influência deste fator, pois atualmente ainda não se conhece em detalhes como a inclinação influencia os mecanismos de troca de calor. Paralelamente a este trabalho, estamos desenvolvendo estudos experimentais para identificar esta influência para a sua inclusão na teoria de trocadores de calor. As figuras (3), (4) e (5) mostram as

variações do coeficiente global de troca de calor, do NTU e da efetividade respectivamente, que são os parâmetros de projeto de trocadores de calor.

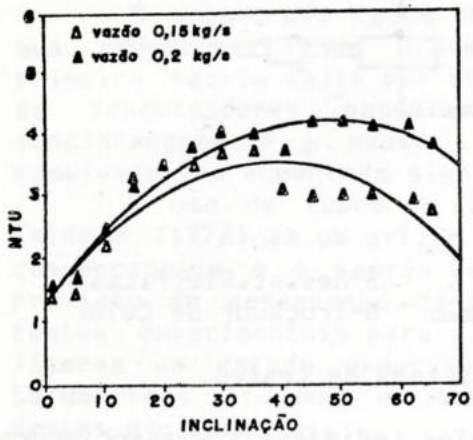


Figura 4. NTU versus inclinação.

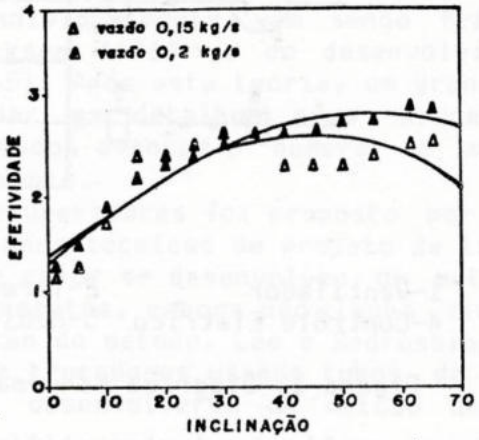


Figura 5. Efetividade versus inclinação.

As figuras (6), (7), (8) e (9) apresentam as variações dos parâmetros de projeto mostrando a influência da montagem de forma modular.

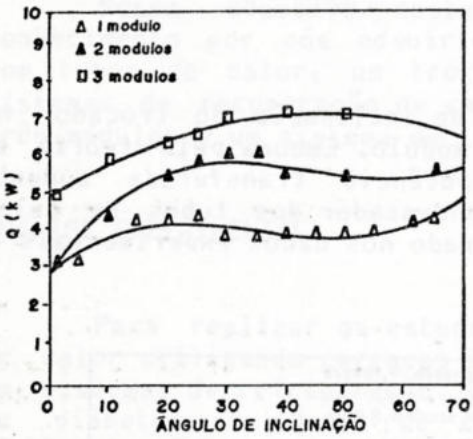


Figura 6. Potência versus inclinação.

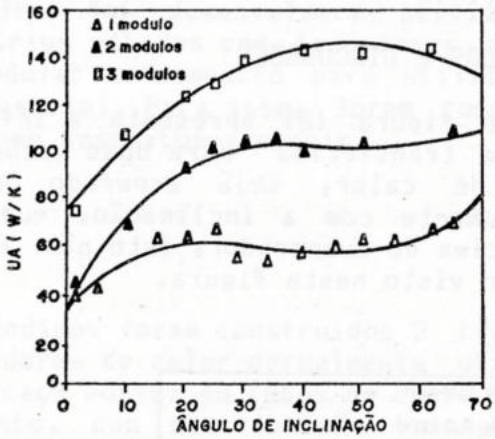


Figura 7. Coeficiente global de tranferencia de calor versus inclinação.

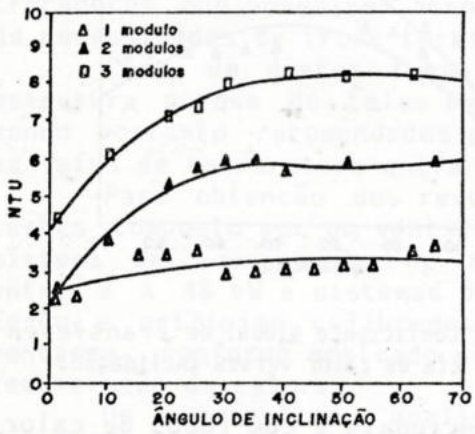


Figura 8. NTU versus inclinação.

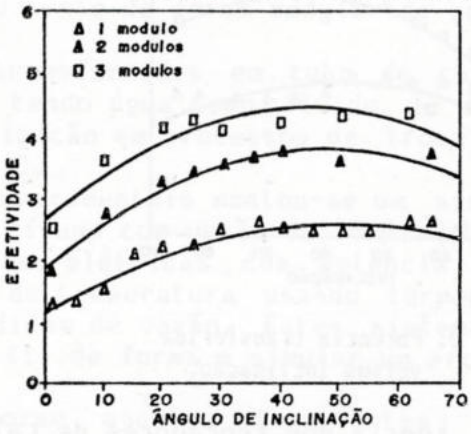


Figura 9. Efetividade versus inclinação.

Nas figura (10) e (11) temos a variação da potência transferida e do coeficiente global de transferência de calor em função da diferença média de temperatura entre os fluidos quente e frio para a montagem modular.

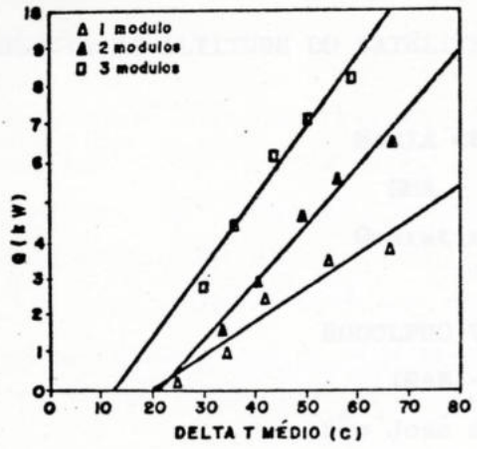


Figura 10. Potência transferida versus difer. média de temperaturas.

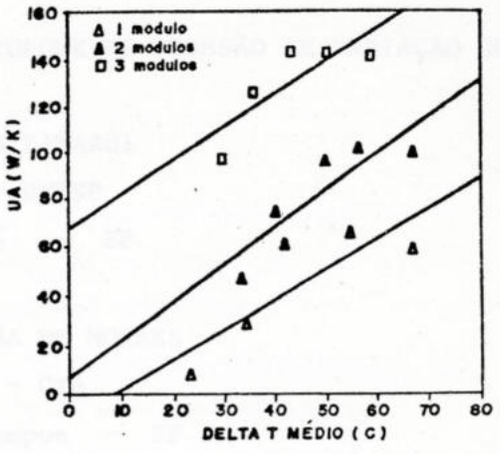


Figura 11. Coef. global de transf. de calor versus dif. media de temperaturas.

Com estes resultados temos todos os parâmetros necessários para o dimensionamento de trocadores de calor com tubos de calor, com a vantagem de se ter um equipamento modular, cujos módulos podem ser construidos em série usando carcaças existentes no mercado e compostos de acordo com as necessidades de troca térmica exigidas por cada sistema em particular.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam uma boa performance dos trocadores de calor testados, possibilitando sua utilização em sistemas térmicos especificos e estimulando a intensificação de pesquias, que permitam variações com protótipos e amplifiquem sua gama de utilização para uma real implantação no setor industrial nacional.

A utilização de carcaças comerciais com aletamento integral apresentou muitas vantagens em relação a trocadores, construidos anteriormente, com tubos de calor individuais, possibilitando sistemas mais compactos e eficientes embora este tipo de carcaça dificulte testes dos tubos de calor como elementos individuais e não permita a substituição de tubos que porventura não tenham condições de utilização.

BIBLIOGRAFIA

Amode, J.O., and Feldman, K.T., 1975, "Preliminary Analysis of Heat Pipe Heat Exchangers for Heat Recovery", ASME PAPER 75-WA/HT-26, New York, N.Y.

Cotter, T.P., 1965, "Theory of Heat Pipes", Report LA-3246-MS, Los Alamos Scientific Laboratory of the University of California, Los Alamos, pp 1-37.

Grover, G.M. and Erickson, G.F., 1964, "Structures of Very High Thermal Condutance", Journal of Applied Physics, American Institute of Physics, Vol 35, pp. 1190-1191.

Lee, Y. and Bedrossian, A. , 1978, "The Characteristics of Heat Exchangers using Heat Pipes or Thermosyphons", Int. J. Heat and Mass Transfer, Vol 21, pp. 221-229.

Murcia, N., 1989, "Trocador de Calor com Tubos de Calor", Tese de Livre Docência, Unesp - Brasil.

Paibert, P., 1990, "Heat Pipes in Industrial Practice", Chem. Ing. Tech. , vol 62, pp. 278-286.

Tanisho, P.M., 1990, "Análise Experimental de um Trocador de Calor com Tubos de Calor para Baixas Inclinações", Tese de Mestrado, Unesp - Brasil.

INFLUÊNCIA DA ALTITUDE DO SATÉLITE NO TORQUE DE PRESSÃO DE RADIAÇÃO SOLAR

MARIA CECÍLIA ZANARDI
DMA - FEG - UNESP
Guaratinguetá - SP

RODOLPHO VILHENA DE MORAES
IEAB - ITA - CTA
São José dos Campos - SP

SUMÁRIO

No estudo do movimento rotacional de satélites artificiais considerando os torques de gradiente de gravidade e de pressão de radiação solar, a influência da trajetória do satélite em torno da Terra não tem sido considerada, em geral, no modelo do torque de pressão de radiação solar.

O objetivo deste trabalho é, portanto, analisar a influência da altitude do satélite no torque de pressão de radiação solar e suas conseqüências sobre o movimento rotacional do satélite. As variáveis de Andoyer são utilizadas para descrever o movimento rotacional e as variáveis de Delaunay para descrever o movimento translacional.

O modelamento para o torque devido a pressão de radiação solar direta é apresentado com uma aplicação particular para o caso de satélite cilíndrico. A influência da sombra da Terra sobre o movimento do satélite não é considerada, de modo que os resultados apresentados são válidos apenas para o intervalo da trajetória em que o satélite está iluminado.

A trajetória do satélite em torno da Terra afeta a direção de incidência da luz solar sobre o satélite e sua distância ao Sol. As componentes do torque de radiação solar são calculadas, observando-se que parcelas da ordem da razão entre a distância Terra-Satélite e distância Sol-satélite são acrescidas às componentes já existentes em modelo anterior.

1- COMENTÁRIOS INICIAIS

Um modelo para o torque de pressão de radiação solar direta para um satélite cilíndrico foi apresentado por Zanardi (1988). Este torque depende entre outros parâmetros da distância Sol-Satélite **(R)** e da direção de incidência $(\vec{u})$ da luz solar sobre a superfície do satélite. Neste modelo foi admitido que a direção de incidência da luz solar sobre o satélite atua na direção do movimento aparente do Sol em relação a Terra, sendo a distância Sol-Satélite aproximadamente igual a distância Sol-Terra **(R')**. Neste trabalho esta hipótese não é admitida.

2- MODELO PARA O TORQUE DE PRESSÃO DE RADIAÇÃO SOLAR

Considerando um satélite cilíndrico, o torque de pressão de radiação solar $\vec{M}$ pode ser dado por:

$$\vec{M} = \frac{m}{R^2} \{-u_2\, u_3\, \vec{e}_1 + u_1\, u_3\, \vec{e}_2 \} \qquad (1)$$

onde **m** é um parâmetro associado com as características físicas e geométricas do satélite e do fluxo solar, $(\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3)$ são os vetores unitários do sistema de eixos principais do satélite e (u_1, u_2, u_3) são as componentes da direção de incidência solar $(\vec{u})$ no sistema de eixos principais, dadas por :

$$u_i = (R' R_i + r' T_i) / R \qquad i = 1,2,3 \qquad (2)$$

sendo **r'** a distância Terra-Satélite; R_i as componentes do raio vetor Terra-Sol no sistema de eixos principais, que dependem das variáveis de Andoyer, da distância média Sol-Terra **(a)**, da ascensão reta e declinação do Sol; T_i os elementos da matriz de transformação entre o sistema orbital e o sistema de eixos principais, os quais dependem das variáveis de Andoyer e das variáveis de Delaunay.

Devemos salientar que quando a altitude do satélite não foi considerada (Zanardi, 1988), os primeiros termos de u_i já apareciam nas componentes do torque. Portanto os termos que foram acrescidos com a inclusão da altitude estão relacionados com a parcela $(r' T_i / R)$ de u_i . Os cálculos da expressão das componentes do torque $\vec{M}$ nas variáveis de Delaunay e de Andoyer, utilizando (1) e (2), são extremamente laboriosos, e para efetua -

-los foi utilizado um co-processador algébrico. Após os cálculos, podemos representar o torque $\vec{M}$ resumidamente por:

$$\vec{M} = M_1 \vec{e}_1 + M_2 \vec{e}_2$$

com $M_j = m \{(a^2 / R^4) g_j + (ar' / R^4) f_j\}$ $\quad j = 1, 2$

onde f_j, g_j são funções que dependem das variáveis de Andoyer, das variáveis de Delaunay, da ascensão reta e declinação do Sol, as quais sempre aparecem como argumentos de cossenos e senos.

Observamos portanto que além dos termos já obtidos na análise de Zanardi (1988), os quais são da ordem de (a^2 / R^4), aparecem também termos da ordem de $(a\ r' / R^4)$. Deste modo, a altitude do satélite poderá alterar a magnitude do torque de pressão de radiação solar, sendo que quanto maior a altitude, maior será a parcela associada com $(a\ r' / R^4)$.

3- ANÁLISE NUMÉRICA

Se considerarmos o Sol, Satélite e Terra alinhados, sendo a = 149600.000 Km, temos:

ALTITUDE (Km)	r' (Km)	R (Km)	a^2 / R^4	$a\ r' / R^4$
200.000	206.378	149.393.622	$4{,}493 \times 10^{-17}$	$6{,}198 \times 10^{-20}$
20.000	26.378	149.573.622	$4{,}471 \times 10^{-17}$	$7{,}884 \times 10^{-21}$
2.000	8.378	149.591.622	$4{,}469 \times 10^{-17}$	$2{,}503 \times 10^{-21}$

Logo a magnitude dos termos do torque de pressão de radiação que foram acréscidos devido a altitude do satélite em relação à Terra são da ordem de 10^{-3} a 10^{-4} dos termos já existentes no modelo de Zanardi(1988) para altitudes relativamente grandes (da ordem de 200.000 Km). Essa diferença poderia diminuir se a altitude do satélite fosse ainda maior do que as aqui consideradas.

4- CONCLUSÕES

A influência da altitude do satélite sobre o torque de pres -

são de radiação solar é pequena quando comparada com o torque desenvolvido sem considerar a altitude do satélite. Assim sendo, a influência da órbita de satélites com altitudes relativamente grandes pode ser desprezada no modelamento do torque de pressão de radiação solar, validando o modelo e a solução analítica que vêm sendo utilizadas neste caso (Zanardi;1988,1992).

5- BIBLIOGRAFIA

1- ZANARDI, M.C. : 1988, "Solar Radiation Pressure Torque Model on a Circular Cylinder Satellite", in R.V. Martins, D.Lazzaro and W.Sessin (eds), Orbital Dynamics of Natural and Artificial Objects, Observatório Nacional, Rio de Janeiro, pp 145-152.

2- ZANARDI, M.C.; MORAES, R.V. : 1992, "Effects of the Solar Radiation Pressure Torque on the Rotational Motion of Artificial Satellite" , Collection of Papers of the Israel Conference on Aviation and Astronautics.

INSALUBRIDADE POR RUÍDO NA OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS - PARTE 1 : NÍVEIS DE RUÍDO

Prof. Dr. João Candido Fernandes
Faculdade de Engenharia e Tecnologia
Departamento de Engenharia e Tecnologia Mecânica
UNESP - Campus de Bauru

SUMÁRIO

O trabalho apresenta os resultados finais de uma pesquisa (FERNANDES, 1991) que avaliou os níveis de conforto acústico em operações agrícolas com tratores nacionais. Utilizou-se como amostragem 198 tratores, com perfil bastante semelhante ao da frota nacional, avaliados de acordo com as Normas ISO 5131 e NBR 9999.

As medições do ruído realizam-se sob condições reais de trabalho durante uma operação agrícola. Os resultados obtidos nas medições, mostraram níveis de ruído muito acima dos valores recomendados: enquanto sabe-se que níveis acima de 80 dB(A) já podem causar perda de audição induzida por ruído, e que a C.L.T. permite até 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, os níveis de ruído encontrados estiveram entre 90 e 110 dB(A), apresentando uma média de 97,06 dB(A).

Como conclusão, pode-se afirmar que os níveis de ruído tornam a operação de tratores agrícolas um trabalho insalubre, pois expõe os operadores a problemas de audição.

PALAVRAS-CHAVE : Trator, Ruído, Segurança.

1 - INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os tratores e implementos agrícolas fabricados no Brasil tiveram um significativo aumento em suas dimensões e potências, visando um maior desempenho operacional. Esse aumento no porte das máquinas agrícolas não teve a devida correspondência nas condições de segurança do operador, fazendo com que uma parcela dos tratoristas sejam portadores de hipoacusia ocupacional.

Tendo em vista esse contexto, propôs-se, neste trabalho, avaliar os níveis de ruído em tratores agrícolas nacionais, em função do risco auditivo dos operadores dessas máquinas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada em medições de ruído em máquinas agrícolas é bastante conhecida e está totalmente delineada nas Normas ISO 5131 e ABNT 9999. Utilizou-se uma amostragem de 198 tratores, com mesmo perfil da frota nacional, medidos em condições reais de trabalho. Os equipamentos utilizados foram: um medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) da marca Bruel kjaer 2203, com filtro de freqüência 1613; um laboratório de acústica Robotron, com medidor de nível sonoro, analisador de freqüência de 1/3 de oitava e plotter.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os níveis médios de ruído para os tratores da amostragem, classificados por potência.

Os níveis de ruído encontrados se mostraram bastante próximos de valores encontrados por outros autores. Em comparação com os resultados obtidos por ZAMBERLAN et al. (1988) e por FERNANDES et al. (1990), os 3 trabalhos não apresentaram diferenças significativas; em comparação com ensaios em pista de concreto realizados pelo CENEA (1989), DEA (1990) e ZAMBERLAN et al. (1988), para os mesmos modelos de tratores, observou-se que a amplitude dos níveis de ruído para o trabalho real no campo é maior que a amplitude em pista de concreto.

Tabela 1 - Níveis de ruído para tratores de cada grupo

Grupo	NPS M dB(A)	Coef. Var. %	Número de tratores
até 49 cv	96,97	0,64	20
de 50 a 99 cv	96,49	0,74	137
de 100 a 199 cv	98,23	1,42	29
mais que 200 cv	87,17 ■	1,69	01
esteiras	102,17	1,49	11
Média	97,06	—	198

NPS M = Nível Médio de Pressão Sonora
Coef. Var. = Coeficiente de Variação
■ : trator com cabine

Uma análise do conforto do operador, tendo em vista a Norma NBR 10152, apresentou uma situação de extremo desconforto, gerando fadiga, desconcentração no serviço e causando uma diminuição na produtividade do trabalho (FERNANDES, 1990; FERNANDES at al., 1991; HUANG & SUGGS, 1968 ; TEICHNER et al., 1963).

O Tabela 2 mostra o tempo máximo de exposição diária permissível para algumas operações agrícolas, estabelecidos com base na N.R. - 15, da Portaria 3214 da C.L.T.

Tabela 2 - Exposições máximas permissíveis

TRATOR	OPERAÇÃO	NPS dB(A)	EXP. MÁX. PERM.
Agrale 4300	roçagem	98,3	1:00 hora
Yanmar 1040	transpor.	96,3	1:15 horas
Mas Ferg. 235	apl. def.	96,0	1:45 horas
Valmet 65	col. mil.	99,8	1:00 hora
Mas Ferg. 265	roçagem	100,3	45 min.
Mas Ferg. 290	gradagem	95,7	1:45 horas
Ford 4610	aração	100,5	45 min.
C.B.T. 8440	subsolag.	99,0	1:00 hora
CBT 8260	aração	101,8	45 min.
Valmet 118	aração	97,7	1:15 horas
Mas Ferg. 295/4	aração	98,5	1:00 hora
CBT 8260	subsol.	104,3	30 min.
Caterp. D6-DSA	cult+adub	102,0	45 min.
Fiatallis 7D	cult+adub	103,5	35 min.
Komatsu	subsolag.	104,3	30 min.

4 - CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, permitiu chegar as seguintes conclusões:

⇒ os tratores apresentaram níveis de ruído muito acima dos limites de conforto da **Norma NBR 10152**, como também acima do limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, estabelecidos pela NR-15 (CLT);

⇒ esses níveis de ruído levam a concluir por uma grave situação de insalubridade na operação de tratores nacionais.

5 - BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NORMA NBR 9999 - Medição do Nível de Ruído no Posto de Operação de Tratores e Máquinas Agrícolas. 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NORMA NBR 10152 - Níveis de Ruído Aceitáveis. 1987.

BRASIL - Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943 - Consolidação das Leis do Trabalho, 1943.

CENEA - Relatórios sobre os Ensaios com Tratores no Centro Nacional de Engenharia Agrícola, Sorocaba, 1989.

DEA - Relatórios sobre os Ensaios em tratores, realizados na Divisão Regional Agrícola, do IAC, Jundiaí, 1990.

FERNANDES, J.C. ; LANÇAS, K.P. ; VALARELLI, I.D. - Avaliação do Nível de Ruído em Tratores Agrícolas - In : Piracicaba, SP, julho de 1990.

FERNANDES, J.C. - Avaliação dos Níveis de Ruído em Tratores e os problemas de audição em Tratoristas. - In : 10º Encontro Nacional de Engenharia de Produção - 10º ENEGEP - Belo Horizonte - 1990.

FERNANDES, J.C. ; SANTOS, J.E.G. ; ANDREATTA, J.A. - Estudo do Ruído em Tratores com Cabines - Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 20, Resumos - Londrina - PR - 1991.

FERNANDES, J.C. - Avaliação dos Níveis de Ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador. Botucatu : UNESP, 1991. 192 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, 1991.

HUANG, B.K. & SUGGS, C.W. - Tractor Noise and Operator Performance. Transactions of the ASAE, 11 : 1-5, 1968.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - NORMA ISO 5131 - Tractors and Machinery for Agriculture and Forestry - Measurement of Noise at the Operator's Position. 1982.

TEICHNER, W.H. ; ARRES, E.; REILLY, R. - Noise and Human Performance a Psychophysiological Approach - Ergonomics, 6: 83-97, 1963.

ZAMBERLAN, M.C.P.L.; FERREIRA, D.M.P. ; ALMEIDA, A.G. - Avaliação Ergonômica de Tratores Agrícolas - Instituto Nacional de Tecnologia - Unidade de Programas de Desenho Industrial - out. 1988 - Rio de Janeiro.

INSALUBRIDADE POR RUÍDO NA OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS - PARTE 2 : PERDA DE AUDIÇÃO DOS OPERADORES

Prof. Dr. João Candido Fernandes
Faculdade de Engenharia e Tecnologia
Departamento de Engenharia e Tecnologia Mecânica
UNESP - Campus de Bauru

SUMÁRIO

O trabalho apresenta os resultados finais de uma pesquisa (FERNANDES, 1991) que avaliou as condições do aparelho auditivo de tratoristas. Utilizou-se uma amostragem de 111 operadores, os quais foram encaminhados a um médico e em seguida a uma fonoaudióloga. Em cada tratorista foram realizadas as otoscopias, seguidas de anamnese e audiometrias. Para a classificação dos audiogramas, utilizou-se a metodologia da "*Clinica del Lavoro*", da Universidade de Milão, própria para a área ocupacional.

A anamnese mostrou que: 24,6% dos tratoristas trabalha mais que 8 h/dia; 92,8% nunca usou alguma proteção auditiva; 93% considerou o ruído do trator como alto ou muito alto; 42% declarou sentir tontura com freqüência e 44 % tem problemas com zumbido no ouvido. Dos resultados dos audiogramas, 59,8 % dos tratoristas apresentou perda de audição induzida por ruído. Dos operadores com até 5 anos de trabalho, 42,9 % já apresentava hipoacusia. Como conclusão, pode-se afirmar que existe um grave problema ocupacional na operação dos tratores nacionais, em razão do ruído que emitem, expondo os operadores dessas máquinas a grandes riscos de perda de audição.

PALAVRAS-CHAVE : Trator, Perda de audição, Segurança

1 - INTRODUÇÃO

A hipoacusia induzida por ruído é uma forma clínica das otopatias traumáticas e, seu conhecimento, data do século XII, quando apareceram os primeiros casos. Na atualidade, é um dos principais problemas do mundo do trabalho.

Em relação ao ruído na agricultura, o primeiro estudo existente é de **BUNCH (1937)**, que apresentou um caso de perda auditiva de um trabalhador rural, atribuindo como causa, o ruído do trator. Nas décadas de 40 e 50, outros trabalhos apareceram : **LIERLE & REGER (1958)** analisaram a audição de 80 tratoristas, encontrando 96 ouvidos com perda auditiva; **BELL (1956)** avaliou 28 tratoristas e encontrou apenas 29 ouvidos normais.

No Brasil, **MADUREIRA et al. (1990)** avaliaram 84 tratoristas, e concluiram que a perda de audição por ruído ocorreu em 64 % deles. **FERNANDES & MADUREIRA (1991)**, analisaram a perda de audição em tratoristas de usinas de açucar e álcool, encontrando 64,2 % dos operadores com déficit auditivo.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação audiológica, tomou-se uma amostragem de 111 tratoristas, tomada aleatoriamente em fazendas, sítios, usinas de açúcar e álcool, etc. A Tabela 1 mostra o perfil da amostragem, por idade, e tempo de operação de tratores.

Tabela 1 - Perfil dos tratoristas que formam a amostragem

Idade	Nº de trat.	Tempo de operação	Nº de trat.
entre 20 e 30	29	até 5	21
entre 30 e 40	34	entre 5 e 10	25
entre 40 e 50	34	entre 10 e 15	26
entre 50 e 60	12	entre 15 e 20	10
mais que 60	02	entre 20 e 25	16
		mais que 25	13

Os equipamentos utilizados foram: um otoscópio, marca Kole, 2 audiômetros tonais, marcas Siemens CAS 01 e Danavox DB 23, e um impedanciômetro marca Rexton 128.

A metodologia empregada constou de, inicialmente, encaminhar cada um dos 111 tratoristas a um médico, onde eram

realizadas as otoscopias e a anamnese. Em seguida, os tratoristas eram encaminhados a uma fonoaudióloga, que realizava as audiometrias, e as impedanciometrias. Quanto ao critério de classificação das audiometrias, optou-se pela metodologia proposta por MERLUZZI (1979) da Universidade de Milão.

3 - RESULTADOS

Na anamnese os tratoristas declararam que:

- ⇒ 24 % trabalha mais que 8 horas por dia;
- ⇒ 92,8 % não usa proteção auditiva;
- ⇒ 93 % considera o ruído como alto ou muito alto;
- ⇒ 42 % sente tontura com freqüência;
- ⇒ 44 % tem problemas com zumbido nos ouvidos;
- ⇒ 27 % tem dificuldade de comunicação oral.

Os resultados da perda de audição estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das audiometrias, classificados segundo MERLUZZI (1979). *(valores absolutos)*

IDADE [anos] ⇓	Níveis de perda de audição								
	0	1	2	3	4	5	6	7	tot.
> 20 e < 30	35	17	01	01	00	00	00	04	58
> 30 e < 40	28	20	10	03	00	03	02	02	68
> 40 e < 50	12	27	16	07	00	02	03	01	68
> 50 e < 60	02	08	08	04	00	02	00	00	24
> 60	00	02	01	01	00	00	00	00	04
TEMPO DE EXPOSIÇÃO [anos]									
> 0 e < 5	22	15	01	02	00	00	00	00	42
> 5 e < 10	19	14	03	05	00	07	00	02	50
> 10 e < 15	17	17	13	01	00	00	02	02	52
> 15 e < 20	05	10	03	02	00	00	00	00	20
> 20 e < 25	08	09	09	04	00	00	02	00	32
> 25	06	09	07	02	00	00	01	01	26
total	77	74	36	16	00	07	05	07	222

Os níveis de perda audit. equivalem a: Nível 0 ⟶ normal
Nível de 1 a 5 ⟶ perda de audição causada por ruído ;
Nível 6 ⟶ perda de audição mista (ruído + outra causa)
Nível 7 ⟶ perda auditiva de etiologia diversa do ruído

Os dados do Tabela 2 revelam um índice de **34,7 %** de ouvidos normais, **59,8 % de ouvidos com perda de audição provocada por ruído.** Também demonstra a precocidade da perda auditiva : para tratoristas com até 5 anos de trabalho, 42,9 % já apresentavam déficit auditivo.

4 - CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, permitiu apresentar as seguintes conclusões:

⟹ O índice de 59,8 % de ouvidos com perda de audição provocada por ruído, é muito elevado, estando acima dos valores encontrados em trabalhadores de indústrias;

⟹ Os níveis de ruído muito acima dos valores permitidos pela legislação, as grandes porcentagens de perda de audição em tratoristas, e a precocidade dessas perdas, levam a concluir por uma grave situação de insalubridade na operação de tratores nacionais.

5 - BIBLIOGRAFIA

BELL, A. - Effects of Noise on Tractor Drivers - New Zealand Journal of Agriculture , 92 (4) : 350-356, 1956.

BUNCH, C.C. - Usable Hearing - Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology, 43 (june) : 367-376, 1937.

FERNANDES, J.C. - Ruído Ambiental: um Problema Urgente Para Nossa Engenharia - Revista de Ensino de Engenharia, 4 (2), Segundo Semestre de 1985.

FERNANDES, J.C. & MADUREIRA, T.C. - Insalubridade por Ruído em Operações com Tratores - Parte II : Perda de Audição em Tratoristas - In : Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular, 1º - São Paulo - 1991.

FERNANDES, J.C. - Avaliação dos Níveis de Ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador. Botucatu : UNESP, 1991. 192 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, 1991.

LIERLE, D.M. & REGER, S.N. - The Effect of Tractor Noise on the Auditory Sensitivity of Tractor Operators - The Annals of Otology Rhinology & laryngology, 62 (2) : 372-388, 1958.

MADUREIRA, T.A. ; FERNANDES, J.C. ; ANDREATTA, J.A. - Avaliação dos Efeitos do Ruído de Tratores sobre o Operador - In : Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 19, Anais - Piracicaba, SP, julho de 1990.

MERLUZZI, F. ; CORNACCHIA, L. ; PARIGI, G. ; TERRANA, T. - Metodologia di Esecuzione del Controllo dellúdito dei Lavoratori Espositia Rumore - Nuovo Archivio Italiano di Otologia, 7 (4) : 695-714, 1979.

O TRABALHO EM TURNOS SOB RISCOS QUÍMICOS

RENATO ROCHA LIEBER
DPD/FEG/UNESP

Resumo

A organização do trabalho em turnos é uma exigência operacional frequente na industria química com sérias implicações na saúde e na produtividade dos trabalhadores, ao interferir no ritmo de importantes variações fisiológicas (variações circadianas).

Sabe-se, também, que estas variações podem afetar a susceptibilidade tóxica. A revisão preliminar do tema revela que existem evidências experimentais ou epidemiológicas para quase todos os efeitos classificados pela OSHA. Em continuidade à pesquisa, o estudo de modelos tóxico-cinéticos permitirá estabelecer possíveis redutores de exposição para compensar este agravo.

Abstract

Shift work is a frequent organization means in the chemical industrys. It also interfers in the circadian rythms, with serias effects in the health and productivity of workers.

It is well know that circadian variations occours also in toxic susceptibility. The preliminar revision in this theme shows experimental or epidemiological evidences for almost toxic effects according to OSHA classification. In progress, it is proposed several toxic-kinetic studies to determine the necessary redution of the exposure.

1. INTRODUÇÃO

A organização dos processos produtivos confronta-se, frequentemente, com condições seriamente adversas à saúde dos trabalhadores. A necessidade do trabalho em turnos, p.ex., decorre, em geral, das necessidades ou de operação de processo ou da amortização mais acelerada dos investimentos, além de prestação de serviços. Por outro lado, a atividade laboral humana em horários noturnos contrapõe-se aos milhares de anos de evolução, responsáveis por uma adequação fisiológica aos horários claramente definidos de repouso e atividade. Foi graças a esse processo evolutivo de adaptação que todos os seres vivos manifestam diferentes capacidades de resposta aos estímulos ambientais, traduzindo um ritmo de variação (ou de repetitividade) denominado circadiano, quando a duração do período se aproxima de 24 horas (cerca de um dia).

Para o trabalho noturno e em turnos rodiziantes, a clara demonstração do papel das variações circadianas nas funções biológicas tem permitido várias propostas, notadamente nos aspectos de organização de rodízios, procurando-se minimizar, p.ex., os distúrbios do sono e do alerta. Por outro lado, as atividades laboriais envolvem riscos químicos (gases, vapores, partículas), físicos (calor, radiação, ruído) e biológicos (por contaminação veiculada ou não), cujos níveis permissíveis ou recomendados pressupõem a ausência de efeito adverso na maioria dos trabalhadores (1). Uma vez que o trabalhador noturno ou sujeito a turnos encontra-se sob um estado fisiológico distinto em relação ao trabalhador diurno (2), é lícito supor que o mesmo deixa de fazer parte desta maioria inicialmente prevista. Passa a constituir questão se tais níveis permitidos ou recomendados devem ser ajustados e, na hipótese positiva, sob qual parâmetro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Revisão Preliminar

A variação nos efeitos tóxicos decorrentes dos diferentes horários de trabalho, apesar da importância atribuída por alguns autores (2,3,4,5,6,7), tem sido, entretanto, alvo de poucos estudos sistemáticos. Assim, em levantamento preliminar, observa-se que, entre os trabalhos de pesquisa com interesse ocupacional que associam variação circadiana na susceptibilidade tóxica de acordo com o horário do dia, somente cinco referem-se ao homem e ao trabalho em turnos. Destes, dois tratam de análise de caso

(8,9), dois são estudos epidemiológicos - um transversal e um longitudinal (10,11) - e finalmente um quantifica a variação com indicador biológico, entretanto sem quantificar o efeito (12).

2.2 Revisão Sistemática

Como proposta de solução, foi feita uma revisão das evidências experimentais e epidemiológicas destas variações, adotando-se para orientação a tabela da OSHA, a qual reune cerca de 500 agentes com importância ocupacional, divididos em 20 efeitos à saúde (13). O instrumento empregado foi o "Index Medicus" publicado pelo Ministério de Saúde dos EUA, consultando-se os verbetes "cronobiologia" (chronobiology) e "ritmo circadiano" (circadian rhytms) apresentados nos últimos 20 anos. As evidências localizadas foram reagrupadas por natureza de efeito tóxico, destacando-se o parâmetro usado para qualificá-lo. Subentendendo-se que a mesma dose da substância tivesse sido aplicada em diferentes horários do dia, observando-se diferentes níveis de efeito, conforme o parâmetro.

3. RESULTADOS

A análise dos resultados até agora obtidos permite demonstrar que, ao contrário do suposto, as evidências disponíveis não só cobrem a maioria (70%) dos 20 efeitos classificados , como também, referem-se, em grande parte, a observações com efeitos não letais, de particular interesse ocupacional, conforme a tabela I.

TABELA I

Frequência dos agentes de interesse ocupacional segundo os efeitos pesquisados quanto às variações circadianas (Resultados parciais).

VARIÁVEL ESTUDADA	FREQUÊNCIA (n = 38 agentes)
Efeitos diversos não letais sem avaliação bioquímica	15 (40%)
Efeito letal	11 (29%)
Alteração bioquímica com avaliação enzimática	8 (21%)
Efeito letal e outro efeito não letal	4 (10%)

Fonte: LIEBER, 1989

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Variações na magnitude dos efeitos para a mesma dose administrada em decorrência do horário da administração não constituem evento restrito a algum

gênero de ação tóxica. Pelo contrário, os resultados permitem supor que essas variações devem ser esperadas mesmo a nível dos indicadores de exposição ocupacional usualmente utilizados. O reduzido número de evidências epidemiológicas observado em contraste com as experimentais reflete a pouca orientação dos profissionais de saúde em dividir os grupos de expostos de acordo com o horário de trabalho em seus relatos, possivelmente em decorrência das dificuldades metodológicas envolvidas. Por outro lado, a grande diversidade dos agentes listados justifica uma investigação dos fenômenos tóxico-cinéticos pertinentes para que um eventual redutor de exposição possa ser estabelecido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACGIH Threshold limit values and biological exposure indices for 1988-1989. Cincinnati, ACGIH, 1988.
2. SMOLENSKY, M.H., PAUSTENBACH, D.J. & SCHEVING, L.E. Biological rhythms, shiftwork and occupational health. In: Cralley L.J. & Cralley L.V. (eds.) Patty's industrial hygiene and toxicology, 2a. ed., N.Y., Wiley Intersciences Publ., 1985, v.38, p. 175-312.
3. SMOLENSKY, M.H. The chronoepidemiology of occupational health and shiftwork. In: Reinberg, A. et al (eds.) Night and shiftwork, biological and social aspects. Oxford, Pergamon Press, 1981, p. 51-65.
4. BRIEF, R.S. & SCALA, R.A. Occupational health aspects of unusual work schedules: A review of Exxon's experiences. Am. Ind. Hyg. Assoc.J., 47(4):199-202, 1986.
5. GAFFURI, E. & COSTA, G. Applied aspects of chronoerghygiene. Chronobiologia, 13: 39-51, 1986.
6. COLLIGAN, M.J. & TEPAS, D.I. The stress of hours of work. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 47 (11): 686-695, 1986.
7. REINBERG, A., SMOLENSKY, M. LABRECQUE, G., LEVI, F., CAMBAR, J. Biological rhythms and exposure limits to potentially nocious agents. In: Haider et al. (eds.) Night and shiftwork, longterm effects and their prevention. Frankfurt a.M., Verlag Peter Lang, p. 327-329, 1986.
8. SMITH, M.M. Asthma in potroom workers. In: Hughes, J.P. (ed.) Health protection im primary aluminium production. London, Int. Primary Aluminium Institute (IPAI), p. 87-89, 1982.
9. GERVAIS, P., REINBERG, A., FRABOULET, G., ABULKER, C., VIGNAUD, D. & DELCOURT, M.E.R. Circadian changes in peak experiratory flow of subjects suffering from allergic asthma documented in areas of high and low air polution. In: Reinberg, A. & Halberg, F., (eds.) Chronopharmacology. Oxford, Pergamon Press Ltd., p. 203-212, 1979.
10. COSTA, G., COCHEO, V., GAFFURI, E. Fluorine elimination in shiftworkers exposed to hydrogen fluoride. Chronobiologia, 6 (2): 90, 1979.
11. NESSWETHA, W. Augenshadigungen durch schwefelverbindungen. Arbeitsmed. Sozialmed. Arbeitshyg, 4 (11): 288-290, 1969.
12. WALLIS, G. & BARBER, T. Variability in urinary mercury excretion. J. Occup. Med., 24 (8): 390-395, 1982.
13. PAUSTENBACH, D.I. Occupational exposure limits, pharmacokinetics and unusual work schedules. In: Cralley, L.J. & Cralley, L.V.L. (ed.) Patty's industrial hygiene and toxicology. 2a. ed., N.Y., Wiley Interscience, 1985, v. 3A, p. 111-277.

USO DO BAMBU PARA IRRIGAÇÃO - TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS COLMOS

Marco Antonio dos Reis Pereira
Celso Luis da Silva
Depto Engª. e Tec. Mecânica
Unesp - Campus de Bauru
Jairo Augusto Campos de Araújo
Depto Engª. Rural
Unesp - Campus de Jaboticabal

SUMÁRIO

A técnica da irrigação tem contribuído significativamente para o aumento da produtividade e/ou da produção de alimentos. Sabe-se, entretanto, que ela atinge somente 5% das terras potencialmente irrigáveis, e que isto ocorre principalmente devido ao baixo poder aquisitivo de nossos agricultores, especialmente os pequenos, que ocupam áreas menores do que 50 ha e que alcançam 80% do total de propriedades agrícolas do pais.

Neste trabalho os colmos de bambu da espécie Dendrocalamus giganteus (bambu gigante), utilizados como tubulação de condução de água para a irrigação tipo aspersão, foram submetidos a dois métodos de tratamento preservativo contra a ação de insetos e pragas : Método Tradicional e Método Químico.

Os resultados mostraram que após sete meses de funcionamento enterrados no solo, os tubos de bambu tratados pelos métodos tradicional e químico apresentavam-se em excelente estado de conservação . O tratamento químico pelo processo boucherie modificado apresentou os melhores resultados na impregnação química dos colmos . O tratamento tradicicional foi pouco eficiente para a proteção dos colmos armazenados.

INTRODUÇÃO

Um problema bastante comum quando se utiliza o bambu no campo, diz respeito à sua baixa durabilidade natural, em torno de um a tres anos, pois sendo um material biológico, tende a se deteriorar pelo ataque de fungos e insetos (LIPANGILE, 1988).

Neste trabalho objetivou-se, dentro da ótica de simplicidade e baixos custos, estudar dois métodos de tratamento dos colmos do bambu contra fungos e insetos e, analisar comparativamente o comportamento dos colmos tratados e não tratados, quando armazenados e quando utilizados em um sistema de irrigação sobre pressão, por aspersão, do tipo convencional e de pequeno porte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados colmos da espécie Dendrocalamus giganteus (bambu gigante) obtidos de uma moita próxima a Área Experimental Agrícola da Unesp - Campus de Bauru, onde o experimento foi conduzido.

Os colmos foram tratados através de dois métodos de tratamento : Método Tradicional e Método Químico.

Método Tradicional - Neste método foi utilizado o tratamento tipo Cura na Mata, onde os colmos após cortados, foram deixados na própria moita com suas folhas e ramos, na posição vertical, por cerca de 30 dias, para redução do conteúdo de amido pela transpiração das folhas ainda em andamento.

Método Químico - Neste método, os colmos após cortados em seções de 4 metros de comprimento foram submetidos à dois processos de impregnação, utilizando o produto químico CCB (Borato de Cobre Cromatado) na concentração de 5% : Processo do Topo e processo Boucherie Modificado.

- Processo do topo : Neste processo, os colmos tiveram seu primeiro internó arranhado internamente com uma ferramenta pontiaguda feita com pregos e preenchido com o produto químico. Os colmos foram colocados na posição vertical e tampados com plástico transparente para proteção contra o tempo e para observação e re-

posição do produto absorvido.

- Processo boucherie modificado : Neste processo, os colmos cortados foram ligados à saída de um tambor de 200 litros, que se ramificava possibilitando o tratamento simultâneo de 3 seções de colmos. O tambor foi fechado e ligado a um compressor manual que permitia a elevação da pressão interna, a qual era controlada por um manômetro. A pressão utilizada durante o tratamento foi de 0,5 atm e, o tempo de tratamento variou de 4 a 18 horas.

Os colmos tratados pelo método tradicional e pelo processo boucherie modificado foram instalados no campo, como linha lateral enterrada de um sistema de irrigação por aspersão convencional de pequeno porte, conforme descrito em PEREIRA (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os colmos tratados durante 32 dias pelo método tradicional, não apresentavam qualquer sinal aparente de ataque de insetos e fungos, ao serem transportados para o armazenamento. Após 3 meses de armazenamento em local fechado e ventilado, todos os colmos que estavam armazenados começaram a sofrer o ataque de brocas. Os colmos tratados pelo processo químico pelo topo, mostraram uma penetração muito lenta do produto através de suas paredes, o que tornou o processo muito demorado e possibilitou a ocorrência de rachaduras nos colmos, por estarem expostos ao tempo.

O tratamento pelo processo boucherie modificado, mostrou boa penetração do produto químico pelo interior das paredes dos colmos, enquanto que a retenção média do produto ficou um pouco abaixo da recomendada, sugerindo o emprego de uma solução do produto CCB com concentração maior que os 5% utilizados. O maior tempo de tratamento dos colmos, não afetou a retenção do produto.

Os colmos instalados no campo, após 7 meses de funcionamento como tubulação enterrada de um sistema de irrigação por aspersão, apresentavam-se em excelente estado de conservação, não sendo observado ataques de insetos. Observou-se, no entanto, alguma mudança de coloração e pequenas manchas brancas isoladas nos

tubos não tratados quimicamente, mas, que não afetavam a estrutura dos colmos utilizados, como observado em PEREIRA (1992).

CONCLUSÕES

Nas condições em que se desenvolveram a pesquisa, os resultados obtidos permitem concluir que :

1. O tratamento químico pelo processo boucherie modificado foi o mais eficiente.
2. O metodo tradicional tipo cura na mata foi pouco eficiente para proteção dos colmos armazenados.
3. Após 7 meses de funcionamento no campo, ambos os métodos, tradicional e químico, apresentavam bons resultados com os colmos instalados como linha lateral enterrada de irrigação por aspersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL.IBGE. Censo agropecuário,v.4 (6), 1985.

BRASIL.PRONI. Relatório de realizações.1986-1988.São Paulo,Fundação Victor Cívita. 1989. 95p.

HEUVEL,K van den. Wood and bamboo for rural water supply. 2ed. The Netherlands, Delft University Press, 1983, 76p.

LIPANGILE,T.N. Manufacture and construction of bamboo supply sistems. In : IBC 88, Prafance,June 7-9,1988.

PEREIRA,M.A.dos R.Viabilidade do uso do bambu para fins de irrigação-Aspectos técnicos. (Dissertação de mestrado apresentada à Unesp-Campus de Botucatu), 1992.

SLOB,I.W.; NAMGAWE,P.F.; LEER,E.DE; DONKER,J.CCA impregnation of bamboo, leaching and fixation characteristics. In: Intern. Bamboo Workshop, Hangzhou, 1985. Anais... IRDC, p. 321-36.

"Três Métodos de Produção de Cartas de Declividade : Análise de Resultados para a Área Urbana de Ilha Solteira (SP) e Adjascências".

Engº Geólogo José Augusto de Lollo

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP)

Sumário

Apesar da utilização frequente de cartas de declividade como informação básica em trabalhos de caracterização do meio físico pouco se tem discutido acerca dos métodos existentes para a produção destas cartas em termos dos resultados que cada método pode apresentar e das diferenças entre eles.

Pretende-se, com este trabalho, apresentar cartas produzidas a partir de três métodos de declividade: **Método do Gabarito, Método da Contagem de Curvas de Nível**, e **Método do Modelo Digital do Terreno**, comparando os resultados apresentados por estes três métodos para a área urbana de Ilha Solteira (SP) e adjascências, e avaliando-se o porquê das diferenças apresentadas nas cartas produzidas.

1. INTRODUÇÃO :

A declividade dos terrenos é atributo importante para vários tipos de obras civis, já que seu comportamento pode ter papel limitante para certas utilizações do terreno. Alguns métodos tem sido utilizados para este fim tais como o Método do Gabarito, Método da Contagem de Curvas de Nível, e Método do Modelo Digital do Terreno, (LOLLO, 1991a).

Para confrontar os três métodos para áreas pouco inclinadas (área estudada) foram produzidas três cartas usando os métodos citados. Após vários testes, as classes adotadas foram: menor 2%, 2-5%, 5-10% e maior 10%.

2. MÉTODOS UTILIZADOS :

O Método do Gabarito (DEBI ASI, 1970) consiste no uso de uma tira de papel graduada com a distância entre as curvas de nível correspondente aos extremos das classes usadas, esta tira é movida sobre o mapa topográfico registrando-se as passagens entre classes diferentes.

No Método da Contagem de Curvas de Nível estima-se a declividade a partir de uma área padrão, contando-se o número de curvas de nível presentes por cada cela, tendo-se valores pré-estabelecidos para cada classe de declividade. Na área julgou-se adequado adotar uma cela 250 x 250m.

No Método do Modelo Digital do Terreno (TATIZANA & YAMAMOTO, 1988) a declividade é calculada entre dois pontos do terreno através de um modelo onde x e y situam o ponto na área e z é sua cota. Desde que a malha seja regular pode-se usar programas de computador nos cálculos (LOLLO, 1991b). No caso em questão adotou-se uma malha quadrada de 200m de lado.

3. RESULTADOS OBTIDOS :

A distribuição das classes de declividade apresentou para a área estudada o seguinte resultado: menos de 10% da área com declividade menor que 2%, 30 a 40% entre 2 e 5%, 40 a 50% entre 5 e 10% e inexistência de áreas representáveis com declividade maior que 10%. Os resultados obtidos podem ser observados nas figuras 02, 03 e 04.

4. ANÁLISES E CONCLUSÕES

O confronto das cartas mostrou diferenças apenas para as áreas mais elevadas do terreno, sugerindo que estes locais representam áreas de caracterização mais difícil. A comparação das cartas proporcionou os se-

guintes resultados:

. para o método do gabarito maiores valores para as porções superiores das encostas (1/3 superior) pois nestes locais o método possibilita uma medida real da declividade.

. o método do modelo digital fornece valores maiores para áreas de nascentes e topos de encostas uma vez que existe uma tendência de superestimar os valores de cotas dos pontos intermediários destas áreas quando de sua interpolação.

. o método de contagem de curvas de nível dá miores valores para as áreas de topo e terço superior de encostas suaves, pois a menor concentração de curvas proporciona maior precisão.

. outro aspecto a se destacar é que na grande maioria da área as cartas mostraram os mesmos resultados, ficando as diferenças restritas a uma parcela inferior a 10% da área.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

DE BIASI, M. **Carta de Declividade de Vertentes** : Confecção e Utilização. Geomorfologia. 21 : 8-13, 1970.

LOLLO, J.A. **Definindo a Urbanização com Critério.** Dirigente Municipal. 23 (4) : 23-25, 1991a.

LOLLO, J.A. **Mapeamento Geotécnico da Folha de Leme - SP** : Utilização da Geomorfologia para a Caracterização Preliminar de Unidades Geotécnicas. São Carlos - SP, EESC/USP, 87p., 1991b. (Dissertação de Mestrado).

TATIZANA, C. e YAMAMOTO, J.K. Cartas de Declividade a partir de Modelos Digitais do Terreno. **Simpósio sobre Aplicações de Microcomputadores em Geotecnia.** Rio Claro - SP, 1988. 405-415.

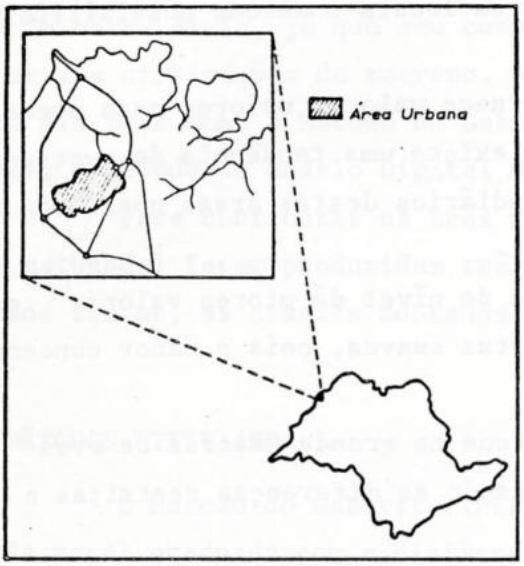


FIG. 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

FIG. 2 - MÉTODO DO GABARITO
Escala Aprox. 1:140.000

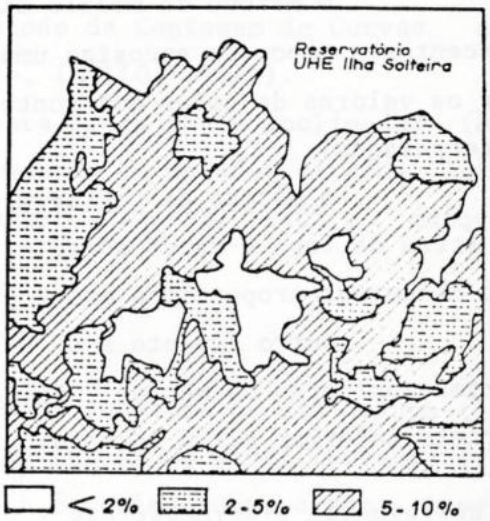


FIG. 3 - MÉTODO DE CONTAGEM DE CURVAS DE NÍVEL
Escala Aprox. 1:140.000

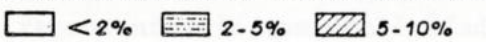
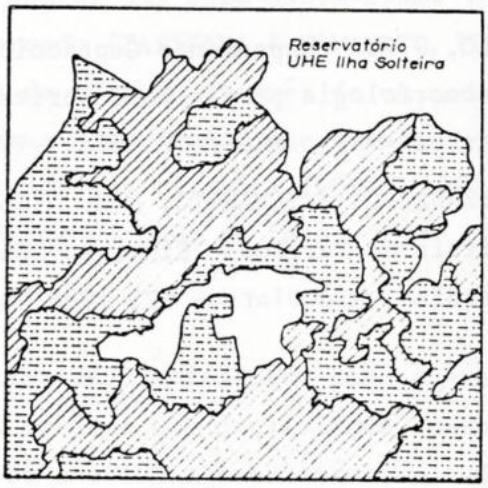
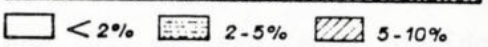


FIG. 4 - MÉTODO DE MODELO DIGITAL DO TERRENO
Escala Aprox. 1:140.000





O COMPORTAMENTO DO pH NA DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ATERROS SANITÁRIOS

Wellington Cyro de Almeida Leite
Antônio Fernando Branco Costa

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP

SUMÁRIO

O presente trabalho aborda o comportamento do pH no processo da decomposição anaeróbia de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários, bem como, relaciona este comportamento com a porcentagem em volume dos gases metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), gerados durante o processo.

Os dados aqui apresentados foram coletados durante 28 meses, com freqüência quinzenal, em dois aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos da Escola de Engenharia de São Carlos - USP, contando cada unidade com aproximadamente 2500 ton. de resíduos aterrados.

INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é um dos métodos de disposição de resíduos sólidos, sendo a sua aplicação difundida em quase todo o mundo, e se apresentando como a solução mais econômica quando comparado a outros processos como a incineração e a compostagem, que exigem grandes investimentos para sua construção e manutenção da estrutura técnico-administrativa de operação.

Convém frisar que, tradicionalmente a maioria das cidades brasileiras confunde aterro sanitário com "vazadouros", "lixões", etc., métodos que desprovidos de critérios científicos ou ecológicos, são condenados sob o ponto de vista sanitário, pois além de proliferar moscas, ratos, baratas, urubus, etc., a fração líquida decorrente da decomposição dos resíduos, denominada "chorume", ao ser lixiviada pelas águas de chuvas, pode poluir e contaminar as águas superficiais e subterrâneas.

A instalação de um aterro sanitário deve ser norteada pelos princípios de engenharia e técnicas de projeto que possibilite a construção de obras e dispositivos capazes de propiciar a segurança sanitária às comunidades contra os efeitos adversos do lixo.

A fração orgânica do lixo confinada em aterros sanitários, sofre decomposição predominantemente anaeróbia por ação de microrganismo. Essa decomposição pode ser resumida em duas etapas: A formação de ácidos orgânicos e a sua transformação em produtos gasosos, principalmente o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2).

A conversão biológica do lixo em gases combustíveis principalmente o metano, vem despertando o interesse dos pesquisadores da área, uma vez que a sua exploração de forma racional, pode reduzir os custos da coleta, do transporte e da destinação final dos resíduos; além de permitir o tratamento adequado dos mesmos.

O fenômeno da metanogênese é influenciado por uma série de parâmetros, como o pH, a temperatura, o teor de umidade, etc., que estão diretamente relacionados às atividades dos microrganismos decompositores.

Segundo a literatura especializada a faixa de pH considerada ótima para as atividades das bactérias metanogênicas, situa-se entre 6,8 até 7,2, podendo inclusive ser interrompida essas atividades para valores de pH abaixo de 6,0 ou acima de 8,0.

O presente trabalho mostra o comportamento do pH medido durante 28 meses nos aterros sanitários experimentais da Escola de Engenharia de São Carlos, bem como a porcentagem (em volume) de metano (CH_4) e dióxido de carbono na composição do gás gerado no processo da digestão anaeróbia dos resíduos aterrados.

RESULTADOS, DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A figura 1 mostra o comportamento do pH em função do tempo de aterramento dos resíduos.

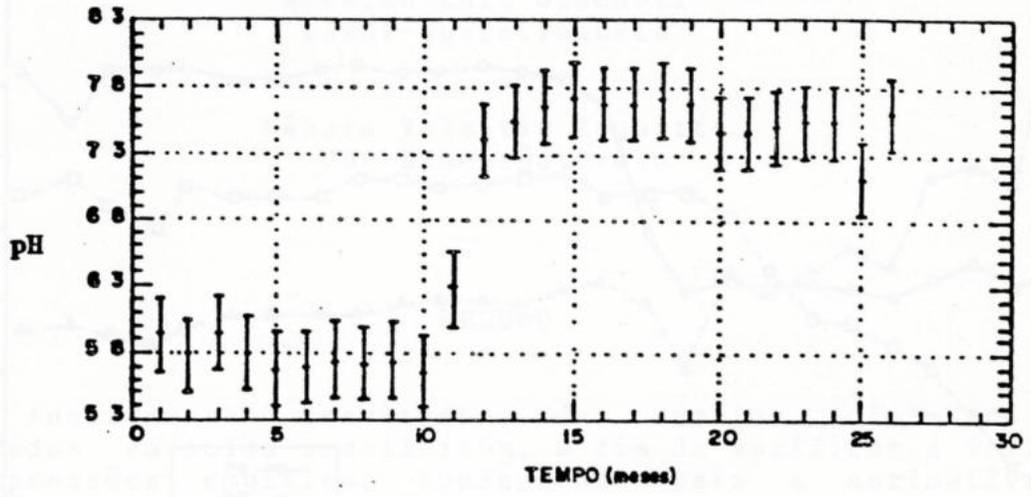


Figura 1 - Intervalo de confiança (99%) para os valores médios de pH em função do tempo

Observando-se a figura acima, notam-se dois agrupamentos distintos para os valores médios de pH. O primeiro grupo, referentes aos 10 primeiros meses, evidencia valores acentuadamente ácidos do percolado lixiviado dos resíduos, com oscilações entre 5,6 e 5,9. Já no segundo grupo, observado a partir do 11o. mês, esses valores situam-se próximos ao limite superior da faixa considerada ideal para a digestão anaeróbia de resíduos (7,2), segundo a literatura especializada.

Um fato que chama a atenção, relaciona-se à porcentagem de metano e dióxido de carbono na composição do gás. A partir do 11o. mês as mudanças nesses parâmetros foram significativas. A porcentagem de metano no gás que desde os primeiros meses vinha se apresentando de forma irregular com flutuações entre 15 e 40%, estabilizou-se entre 50 e 60% após o pH das amostras líquidas permanecer próximo à neutralidade. Por outro lado, a porcentagem de dióxido de carbono no gás baixou, passando a oscilar entre 35 e 40%, conforme evidencia a figura 2.

Observa-se que mesmo durante a fase em que o pH se apresentou ácido o processo da metanogênese não foi interrompido, fato que contrasta com alguns estudos a respeito do assunto.

Para esse fato, especula-se que em determinados micro-ambientais do aterro o pH foi mantido dentro dos valores aceitáveis para o desenvolvimento da metanogênese. A natureza heterogênea dos resíduos aterrados e a ausência de mecanismos que promovam a sua mistura podem justificar essa explanação.

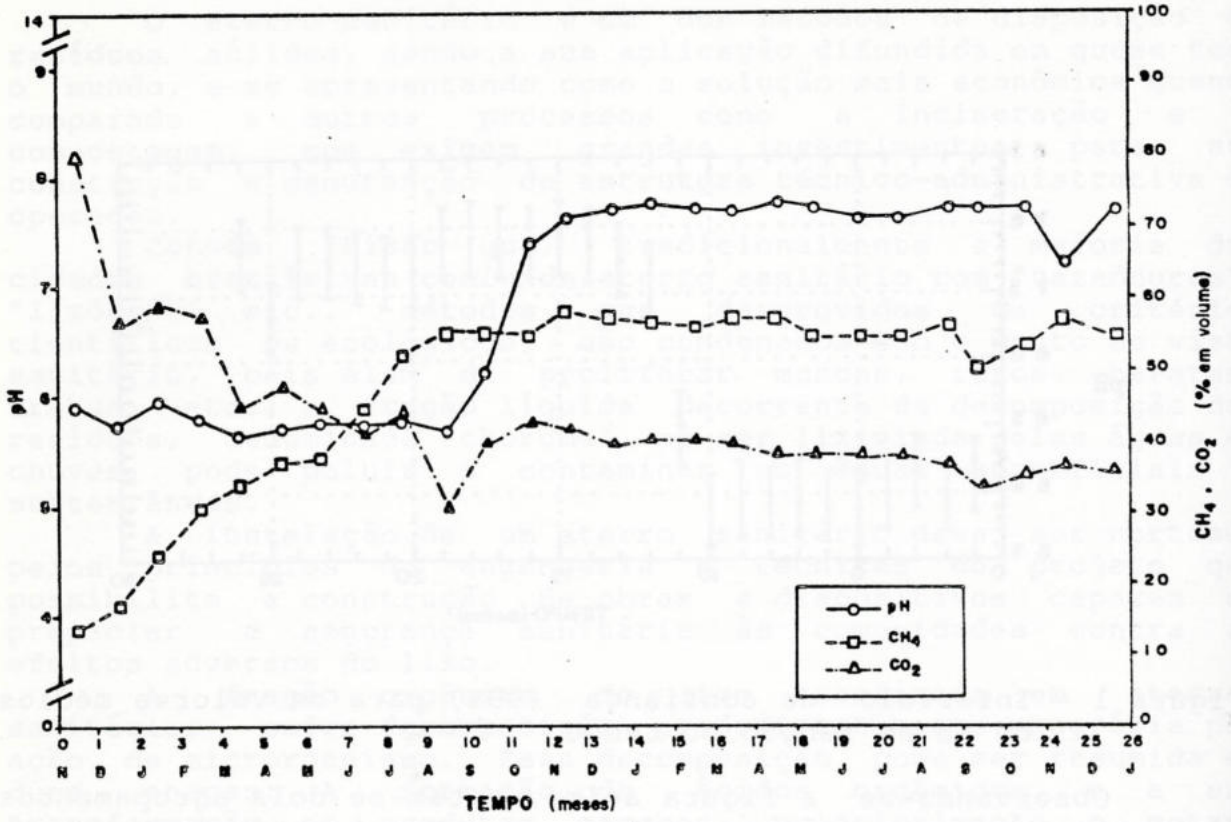


Figura 2 - O pH e a porcentagem de CH_4 e CO_2 no gás gerado no processo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LEITE, W.C.A., Estudo do Comportamento da Temperatura, pH e Teor de Umidade na Decomposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Aterros Sanitários, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1991.

PECULIARIDADES DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE SOLOS TROPICAIS

Heraldo Luiz Giacheti
UNESP-Guaratinguetá

Lázaro Valentin Zuquette
USP-Ribeirão Preto

RESUMO

Analisam-se resultados de ensaios dinâmicos já realizados em solos brasileiros, a fim de verificar a validade de expressões empíricas consagradas para a estimativa do módulo de cisalhamento máximo. Observou-se que, para alguns solos, estas são eficientes, entretanto, para outros, que ocorrem em grande parte do território nacional, os valores dos módulos medidos nos ensaios chegam a ser 3 vezes superior àqueles estimados. Atribuiu-se este comportamento a certas características genéticas destes solos e a condição não saturada, comum em maciços de regiões tropicais.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os engenheiros geotécnicos precisaram aprofundar seus conhecimentos sobre as propriedades dos solos que influenciam a resposta de fundações solicitadas dinamicamente.

No Brasil, a construção de usinas nucleares, plataformas "offshore", instalações de máquinas vibratórias e o isolamento de equipamentos sensíveis à vibrações, tem exigido a execução de ensaios geotécnicos especiais, com a finalidade de determinar os principais parâmetros dinâmicos dos solos: o módulo de cisalhamento e a razão de amortecimento interno.

Neste artigo apresentam-se algumas peculiaridades do comportamento dinâmico de solos tropicais, já observadas por alguns pesquisadores. Um dos pontos que merece destaque é quanto à estimativa de módulo de cisalhamento máximo a partir de expressões empíricas consagradas.

Atualmente estas informações passam a ter extrema importância uma vez que, tem-se observado uma demanda crescente de projetos na área de dinâmica dos solos.

PECULIARIDADES DO COMPORTAMENTO DE SOLOS TROPICAIS

Nas regiões de clima tropical úmido, embora ocorram uma variedade de tipos de solos, inclusive aqueles com comportamento semelhante aos de clima temperado, prevalecem, devido a alta temperatura e intensa pluviosidade, perfis de intemperismo bastante profundos. Quando em situações de boa drenagem, verifica-se, nas camadas mais superficiais, a ocorrência do processo denominado laterização, que consiste na lixiviação de sílica e bases e na concentração de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

Para os solos lateríticos, assim formados, tem sido constatadas, com freqüência, discrepâncias entre as propriedades mecânicas e hidráulicas inferidas a partir dos métodos tradicionais de classificação e aquelas determinadas diretamente pela execução de ensaios.

Na verdade as peculiaridades de comportamento destes solos estão associadas à fatores relacionados a sua gênese como estrutura, grau de alteração, composição química e mineralógica, que conduzem à formação de agregados estáveis, cimentados, resultante da grande concentração de sesquióxidos. Outro aspecto complicador é o efeito das tensões de sucção, já que é comum encontrá-los na condição não saturada (FONTOURA et alli, 1985).

ESTIMATIVA DO MÓDULO DE CISALHAMENTO MÁXIMO DE SOLOS TROPICAIS

No que se refere aos parâmetros dinâmicos de solos tropicais, poucos foram os trabalhos que trataram deste assunto. SAMARA & MARTINS (1986) apresentaram resultados de ensaios de coluna ressonante e "cross-hole" realizados em solo

laterítico não saturado e concluiram que os valores do módulo de cisalhamento máximo (Go) medidos foram 70 a 190 % superiores aos estimados segundo a expressão proposta por HARDIN & DRNEVICH (1972) (Figura 1.b).

BARROS (1990) e GIACHETI (1991) apresentaram e discutiram resultados de ensaios de coluna ressonante e "cross-hole" realizados em alguns solos brasileiros, enfatizando a comparação entre os valores de Go medidos e estimados por expressões empíricas.

Da análise de todos resultados disponíveis de ensaios realizados em amostras de solos naturais, podem-se separar dois universos de comportamento (Figura 1):

- Para o primeiro deles, compreendendo 3 amostras de solos sedimentares saturados, verificou-se que a expressão proposta por HARDIN (1978) fornece uma excelente estimativa de Go, tendo os valores medidos ultrapassado os valores estimados em cerca de 10 %, em média. Junto a este grupo pode-se incluir o solo residual argiloso, com grau de saturação elevado (Sr = 85 %), da área experimental de USP - São Paulo, publicado no relatório da ABEF (1989) (Figura 1.a);

- Por outro lado, para o segundo grupo de solos, formado por diversas amostras não saturadas, algumas com características lateríticas e outras não, as diferenças observadas foram significativas, sendo os valores de Go cerca de 25 a 200 % superiores aos estimados pela expressão de HARDIN (1978) (Figura 1.b).

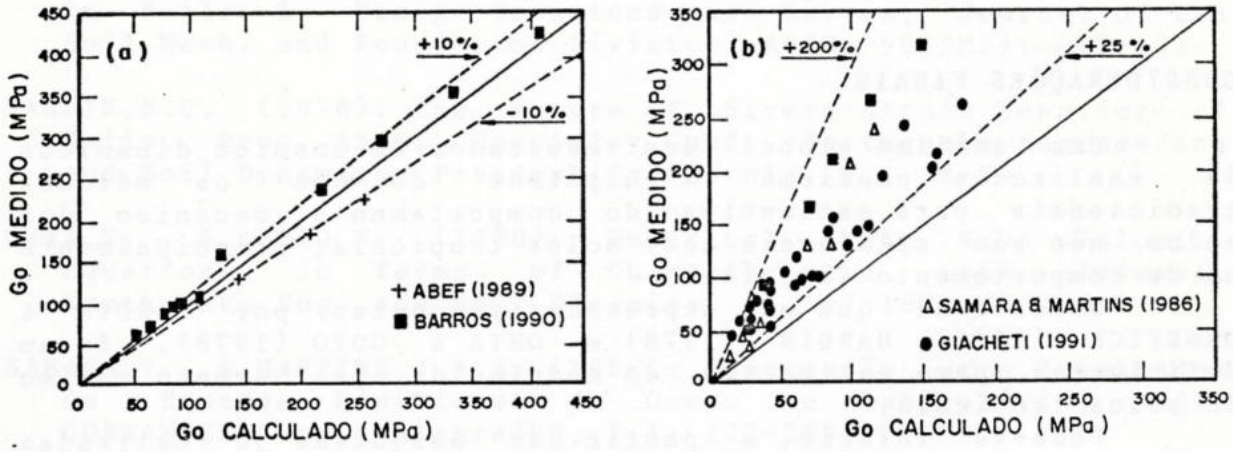


Fig.1: Comparações entre os valores de Go medidos e calculados.

Outro aspecto importante, constatado por GIACHETI (1991) é que, para uma mesma área, as camadas de solos de comportamento laterítico (LAT), foram aquelas onde observou-se maior discrepância entre os valores medidos e estimados. Este fato é ilustrado na Figura 2, onde tem-se a comparação entre

os valores da velocidade de propagação de ondas cisalhantes (Vs), consequentemente Go, medidos nos ensaios "cross-hole" e aqueles estimados a partir da proposta de OHTA & GOTO (1978).

Apesar do número ainda reduzido de resultados de ensaios dinâmicos em solos tropicais, tem-se indícios de que os elevados valores de Go determinados estão associados a duas caracteristicas peculiares de solos tropicais, especialmente os de comportamento laterítico. A primeira relaciona-se com a ocorrência, nestes solos, de agregados estáveis, cimentados; a segunda relaciona-se com sua condição freqüente "in situ" de não saturação.

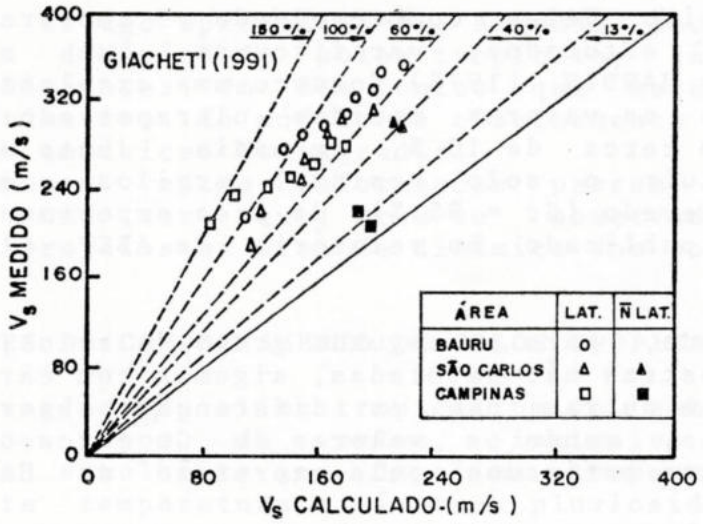


Fig.2: Comparação entre os valores de Vs medido e Vs calculado a partir da proposta de OHTA & GOTO (1978).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma análise global dos resultados de ensaios dinâmicos já realizados confirma a hipótese de que os métodos tradicionais para estimativa do comportamento mecânico dos solos não são aplicáveis aos solos tropicais, principalmente os de comportamento laterítico.

Observa-se que as expressões propostas por HARDIN & DRNEVICH (1972), HARDIN (1978) e OHTA & GOTO (1978), foram deficientes para estimativa do módulo de cisalhamento máximo de solos tropicais.

Pode-se inferir, a partir das pesquisas já realizadas em solos tropicais, que as diferenças entre Go medido e calculado devem estar associadas ao efeito da cimentação das partículas quando da gênese dos solos lateríticos e às tensões de sucção que estão submetidos os solos não saturados.

Para possibilitar uma melhor estimativa do comportamento dinâmico de solos tropicais é necessário um maior número de resultados de ensaios, de modo que seja possível identificar e quantificar o efeito destes e de outros fatores que afetam seu comportamento dinâmico. A partir daí

será possível indicar expresões empíricas mais adequadas para este fim.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam seus agradecimentos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, em especial ao Eng. José Maria de Camargo Barros, Geol. Rubens Paschoal Cordeiro, Geol. João Carlos Dourado e Tec. Osmar Alves.

BIBLIOGRAFIA

ABEF (1989): ABEF Research on Foundation Engineering, XII ICSMFE, Rio de Janeiro/Brazil: 86 p.

BARROS,J.M.C. (1990): Parâmetros Dinâmicos de Alguns Solos Brasileiros, 6o. CBGE/IX COBRAMSEF, Salvador, V.2: 475-484.

FONTOURA,S.A.B.; LITTLE,A.L. & COLLINS,K. (1985): Shear Strength of Undisturbed Tropical Lateritic and Saprolitic Soils, Particularly as Related to their Structure and Mineral Components, Committee on Tropical Soils of the ISSMFE, Peculiarities of Geotechnical Behavior of Tropical Lateritic and Saprolitic Soils, São Paulo-SP: 47-65

GIACHETI,H.L. (1991): Estudo Experimental de Parâmetros Dinâmicos de Alguns Solos Tropicais do Estado de São Paulo (Tese de Doutoramento), EESC-USP, São Carlos/SP, 232 p.

HARDIN,B.O & DRNEVICH,V.P. (1972): Shear Modulus and Damping in Soils: 2- Design Equations and Curves, Journal of the Soil Mech. and Foundation Division, ASCE, 98(SM7): 667-692.

HARDIN,B.O. (1978): The Nature of Stress-Strain Behavior of Soils, Proc. ASCE, Specialty Conf. Earthquake Engineering and Soil Dynamics, Pasadena/California, V.I: 3-90.

OHTA,Y. & GOTO,N. (1978): Empirical Shear Wave Velocity Equations in Terms of Characteristic Soil Indexes, Earthquake Eng. and Soil Dynamics, 6: 167-187.

SAMARA,V. & MARTINS,J.A.A. (1986): Comparação entre Resultados de Ensaios Dinâmicos de Campo e Laboratório, VIII COBRAMSEF, Porto Alegre/RS, V.1: 223-229.

UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOTÉCNICAS PARA APLICAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO

Edson Luiz França Senne
Departamento de Matemática

Augusto Massayuki Tsutiya
Departamento de Projetos e Construção Civil

Luciano Rodrigues Penido
Maurício Duppret
Bolsistas de Iniciação Científica

Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Caixa Postal 205
12500 - Guaratinguetá - SP

RESUMO

Este trabalho discute o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geotécnicas para armazenamento, manipulação e visualização de dados sobre as características mais importantes do meio físico, obtidas através de cadastramento geotécnico de uma determinada região. O sistema é constituído por uma base de dados geotécnicos e por módulos de cadastramento e edição de dados, e de recuperação de informações sobre o meio físico. Este sistema conta ainda com uma interface gráfica que permite a visualização das singularidades geotécnicas de uma região de interesse. O sistema foi desenvolvido para sistematizar dados geotécnicos importantes, de modo a evitar que tais informações sobre o meio físico sejam perdidas, e com vista a facilitar as tarefas de planejamento urbano. O sistema vem sendo testado com dados levantados pelo Grupo de Geotecnia da Unesp - Campus de Guaratinguetá, em áreas de risco relacionadas com a ocupação de encostas na cidade de Guaratinguetá - SP.

1. INTRODUÇÃO

Com a promulgação das Constituições Municipais em fevereiro de 1990, tornou-se necessário a elaboração de Planos Diretores da ocupação do espaço urbano, o que implica em um planejamento urbano e regional que respeite as peculiaridades do meio físico, de forma a minorar os impactos ambientais.

Com o objetivo de contribuir para a elaboração destes Planos Diretores, o Grupo de Geotecnia da Unesp - Campus de Guaratinguetá, iniciou um cadastramento das áreas de risco relacionadas com a ocupação de encostas na cidade de Guaratinguetá. Deste estudo identificou-se como indispensável o desenvolvimento de um sistema que permitisse que os dados coletados pudessem ser armazenados, manipulados e atualizados de forma adequada.

Neste trabalho discute-se o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geotécnicas (SIG) para armazenamento e manipulação de dados sobre as características mais importantes do meio físico de uma determinada região. Os dados armazenados neste sistema estão relacionados com:

- natureza: loteamento, poço, risco, localizado, mineração, afloramentos rochosos, processos erosivos, saneamento básico, hidrogeoquímica, ...
- identificação e localização: mapas, escalas, fotomosaicos, aerofoto, coordenadas de quadrículas, ...
- geologia, geomorfologia, pedologia, bacia hidrográfica, ...

da região que contém o meio físico. Com isto tem-se uma visão global acerca do sítio geológico onde se realiza a ocupação. O sistema incorpora estas informações em sua base de dados geotécnicos, permitindo que dados antigos sejam recuperados e novos dados sejam armazenados de modo a manter atualizada a base de dados, facilitando seu uso em projetos de planejamento urbano. Trabalhos relacionados com o cadastramento e análise do meio físico da cidade de Guaratinguetá-SP estão sendo realizados, como o desenvolvido por Tsutiya et alii (1992).

2. A ARQUITETURA DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOTÉCNICAS

O Sistema de Informações Geotécnicas apresenta ao usuário, através de uma interface gráfica, o mapa de uma região, com a localização de cidades para as quais existem cadastradas informações sobre o meio físico. Uma vez selecionada uma das cidades, pode-se escolher, interativamente, um ponto de singularidade geotécnica demarcado no mapa da cidade ou escolher um bairro para maior detalhamento ("zoom"). Assim, com o SIG, o usuário dispõe de facilidades para a localização de pontos de singularidade geotécnica de áreas em estudo.

A Figura 1, a seguir, mostra a arquitetura do Sistema de Informações Geotécnicas, com as setas indicando fluxo de informação.

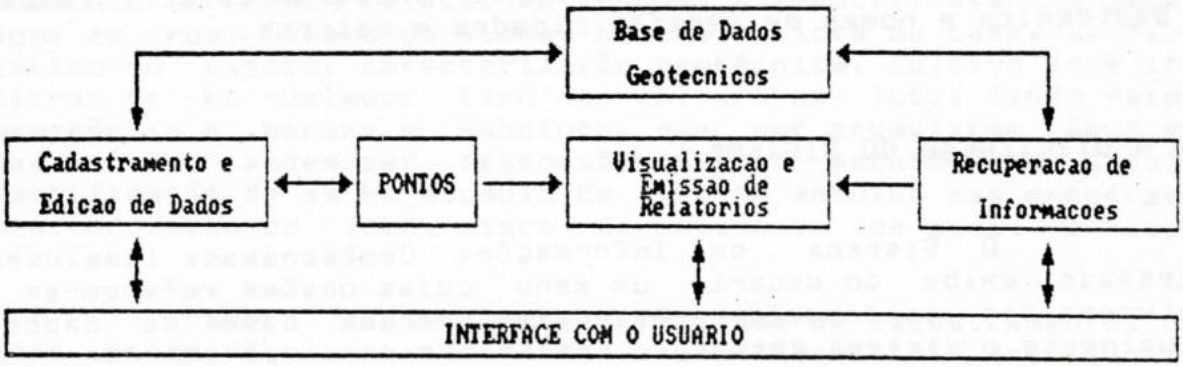


Fig. 1 - Arquitetura do Sistema de Informações Geotécnicas

Nesta figura, o arquivo PONTOS constitui a interface de comunicação entre o módulo de cadastramento e edição de dados (CED) e a interface gráfica de visualização e emissão de relatórios (VER). Para cada ficha de caracterização geotécnica colhida em campo e armazenada na base de dados, são armazenados no arquivo PONTOS, o número da ficha, as coordenadas correspondentes ao local onde se verificou tal situação geotécnica e uma identificação deste local. A qualquer instante, a interface de visualização consulta este arquivo para exibir ao usuário os pontos de singularidade geotécnica armazenados na base de dados. Uma vez visualizados, o usuário poderá selecionar - por região, cidade ou bairro - um ponto de interesse, para o qual o módulo de recuperação de informações (RDI) deve buscar na base de dados, as informações disponíveis.

Na comunicação com o usuário são utilizadas mensagens sucintas e explicativas, que são renovadas a cada mudança de tela, a cada novo menu ou a cada nova situação apresentada. Sua finalidade é emitir avisos e orientar o usuário sobre como utilizar os menus, movimentar o cursor, utilizar o recurso de "zoom" e como especificar um ponto de interesse.

O Sistema de Informações Geotécnicas permite uma manutenção fácil e interativa, de forma que todos os desenhos de mapas, pontos de singularidades, nomes de bairros e cidades podem ser alterados caso isto seja necessário. Desta forma, também fica possível a adaptação do sistema a outras regiões.

Os dados coletados e que estão armazenados inicialmente no sistema correspondem a dois tipos de fichas de cadastro: LOTEAMENTO, referente à situação geral do loteamento, de um bairro da cidade de Guaratinguetá, e RISCO LOCALIZADO DE MOVIMENTO DE MASSA, referente à situação de cada lote ou casa deste bairro.

A interação sistema-usuário, pressupõe dois tipos de operação:

- seleção de pontos de singularidade geotécnica, por região, cidade ou bairro, a fim de recuperar as informações disponíveis na base de dados geotécnicos;
- manutenção dos arquivos do sistema, com alteração de contornos de mapas, coordenadas de pontos de caracterização geotécnica e nomes de região, cidades e bairros.

3. A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

O Sistema de Informações Geotécnicas, uma vez acessado, exibe ao usuário um menu cujas opções referem-se à natureza das informações armazenadas em sua base de dados. Atualmente o sistema permite o tratamento de dados sobre:

- LOTEAMENTO
- RISCO LOCALIZADO DE MOVIMENTO DE MASSA

Futuramente novas opções poderão compor este menu inicial. Para cada uma destas opções, há um conjunto de telas apropriadas para o cadastramento, edição e recuperação de dados.

Após escolhido o tipo de informação desejada, o sistema exibe o mapa da região, com a localização das cidades representadas por pontos numerados, que correspondem à posição das cidades em um menu. Através deste menu pode-se acessar a cidade que se pretende estudar. Escolhida a cidade, o mapa da região é apagado e o mapa da cidade, dividido em bairros, passa a ocupar toda a tela.

A base de dados do SIG foi estruturada de forma a permitir que todas as cidades representadas no mapa inicial da região sejam mapeadas, tenham seus pontos de caracterização geotécnica representados e sejam acessadas pelo menu inicial.

O acesso a um bairro de uma cidade é feito de forma semelhante: estando o mapa da cidade ocupando a tela, um menu orienta a escolha do bairro. Os bairros são selecionados através de um cursor que "passeia" pelos bairros da cidade. Uma vez escolhido, o contorno do bairro passa a ocupar a tela, em grande escala. Logo após ser desenhado o bairro, são plotados os pontos referentes aos locais onde foram cadastradas fichas de informação geotécnica, neste bairro. Estes pontos são acessados também pelo cursor que se move de ponto em ponto.

Após a escolha de um ponto de singularidade geotécnica, o usuário dispõe das seguintes opções:

- alterar dados cadastrados,
- excluir ponto de singularidade geotécnica, ou
- recuperar dados armazenados.

A ficha de LOTEAMENTO contém informações sobre o padrão do leteamento (abastecimento de água, esgoto, águas pluviais, energia elétrica, arruamento, pavimentação, remoção de lixo, ...), geomorfologia, litilogia, pedologia, drenagem,

vegetação, cortes e aterros, efeitos corrosivos e movimentos de massa.

Os dados contidos na ficha de RISCO LOCALIZADO DE MOVIMENTO DE MASSA relacionam-se com: a identificação do local (nome da rua, número da ficha, número do lote ou casa, ...), o destino do esgoto, caracterização geotécnica, cultivo (que irá mostrar se há qualquer tipo de cultura no lote, dando maior importância a banana e mandioca, que por acumularem água em suas raízes, podem ser responsáveis pela saturação do solo), identificação de se há acumulo de lixo ou entulho nas encostas, caracterização do lote, risco de movimento de massa e risco estrutural de moradia.

Caso o usuário esteja na fase de cadastramento, os dados aparecerão em menus sendo apenas necessário escolher as opções adequadas. Por exemplo, o menu de caracterização geotécnica da ficha de Risco Localizado de Movimento de Massa, possui as seguintes opções: aterro, corte, trinca, degrau de abatimento, inclinação de árvores/postes/muros, erosão e blocos.

Caso o usuário esteja editando informação, os dados exibidos irão refletir as escolhas feitas anteriormente. Entretanto, o usuário terá acesso aos menus com todas as opções de cada ítem da ficha, para o caso de ser necessária alguma modificação.

Para a recuperação de informações, o usuário poderá escolher qualquer ponto a partir da interface gráfica, e através disto terá a opção de recuperar todos os dados referentes a este ponto.

Na manutenção do sistema, a opção "Fim" do menu principal é substituída pelo nome da região, para que ela também possa ser manipulada. Portanto, durante a fase de manutenção, o menu principal é composto pelo nome da região e pelo nome das cidades que a compõem.

Os mapas de região, cidades e bairros podem ser manipulados através do movimento do cursor, ou então pela especificação direta de coordenadas. A interface gráfica do SIG considera as coordenadas de tela como porcentagens da resolução do monitor. Desta forma, o sistema pode ser transportado para equipamentos com diferentes resoluções gráficas. No cadastramento das informações, contudo, é necessário mapear em coordenadas de tela, as coordenadas do local correspondente ao ponto de singularidade geotécnica.

Além da possibilidade de, interativamente, alterar os contornos dos mapas, o usuário do SIG dispõe de opções para mudar nomes de cidades ou bairros, elaborar um novo bairro (procurando no menu a opção reticências "..."), acrescentar ou excluir pontos de singularidade, alterar a velocidade do cursor, e gravar ou abandonar as mudanças realizadas.

4. CONCLUSÃO

O Sistema de Informações Geotécnicas está implementado na linguagem Pascal, para microcomputadores do tipo IBM-PC. No estágio atual, não foi possível implementar-se o uso de "mouse" e a elaboração de mapas temáticos através de "plotter". Estes recursos importantes deverão ser parte do desenvolvimento futuro do Sistema de Informações Geotécnicas.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TSUTIYA, A.M.; TANAKA, A.; CAMPOS, H.C.N.S.; GIACHETTI, H.L.; SANTOS JR., O.F.; MACEDO, E.S.; CERRI, L.E.S. Mechanism of natural slope instability in Guaratinguetá city, Brazil. In: **International Symposium on Landslides, 6.** New Zealand, 1992. p. 1429-1433.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processos nos. 90/4543-5 e 90/4544-1).

CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO URBANO: TIPOLOGIAS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO URBANO EM BAURU - SP.

NARIAQUI CAVAGUTI
LÚCIO GRINOVER

* Geólogo, Professor Assistente Doutor da Faculdade de Engenharia e Tecnologia - UNESP/Campus de Bauru.

** Arquiteto, Professor Colaborador da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/Campus de Bauru.

SUMÁRIO

O desenvolvimento urbano deve se processar de maneira sustentável, sem degradação do solo e nem impactos ambientais. O presente trabalho, visa proporcionar subsídios científicos e tecnológicos das tipologias de degradação do solo urbano existentes em Bauru - SP a fim de possibilitar a reabilitação destas áreas e planejar um "DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL". Desta forma, toda área urbana foi percorrida, sendo cadastradas as áreas degradadas. Estas, foram agrupadas em tipologias apresentadas neste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Bauru conta atualmente com 260.000 habitantes (censo-1991) estando assentada sobre solos arenosos das Formações Marília e Adamantina do Grupo Bauru, sendo drenada pelo Rio Bauru e seus tributários. Foi o polo regional de maior desenvolvimento urbano daúltima década. Entretanto, a má gestão deste desenvolvimento permitiu a intensa degradação do solo urbano. Com o objetivo de fornecer subsíduos técnicos para o futuro **desenvolvimento urbano sustentável** com a reabilitação destas áreas degradadas e pelo uso e ocupação do solo em equilíbrio com o meio ambiente, apresentamos este trabalho.

2. METODOLOGIA

O cadastramento dos terrenos urbanos degradadas foi realizado percorrendo-se toda área urbana e plotando estes terrenos em mapa na escala 1:20.000. No cadastramento foram determinadas além da localização, o tipo de degradação, as dimensões e a intensidade. Posteriormente, estes dados foram analisados e classificados em tipologias que apresentamos a seguir.

3. TIPOLOGIA DE DEGRADAÇÃO

Vários são os tipos de solo degradados na área urbana de Bauru, todos eles originários da má e inadequada utilização do solo. Podemos agrupá-los em:

3.1 - Terrenos degradados por erosão: a erosão urbana envolve de maneira alarmante a cidade de Bauru. Sua expressão mais comum é a de pequenos sulcos em ruas não pavimentadas e em áreas desmatadas. Entretanto, frequentemente, ocorre a evolução destes sulcos, com velocidade impressionante, gerando o aparecimento de ravinas e boçorocas de dimensões assustadoras, comprometendo a expansão urbana e colocando em risco obras e equipamentos e, em perigo a comunidade e o patrimônio paisagístico e imobiliário. São causadas pela concentração do escoamento de águas superficiais, propiciadas pela má ocupação do solo e favorecidas pelo solo (arenoso) e relevo (colinas amplas). Estas ravinas e boçorocas se localizam preferencialmente em cabeceiras de drenagem que sofreram reativação intensa, pela combinação de águas superficiais e subterrâneas.

Do ponto de vista da ocupação urbana, ocorrem 03 (três) tipos de situação geradoras de processos erosivos: a) ocupação de encostas à partir da baixada, sem a devida infraestrutura urbana (pavimentação de ruas e siste

ma de drenagem urbana); b) urbanização ultrapassando os espigões, atingindo vertentes não ocupadas e; c) núcleos habitacionais com infraestrutura deficiente. Foram cadastradas 48 erosões de porte médio a grande (ravinas e boçorocas), algumas localizadas em área residencial classe A (com grandes prédios) como no caso do Jardim Paulista, na zona sul. Foi registrada a presença de áreas de concentração de erosões incipientes na parte sudoeste (Jardim Maria, Vila Nipônica, Vila Popular, Jardim Ferraz) e na zona leste (Jardim Olímpico, Parque Bauru, Núcleo Presidente Geisel, Parque das Orquídeas). Nestas áreas, a reabilitação será bastante simples. Porém, se não forem efetuadas imediatamente, as erosões irão evoluir rapidamente gerando ravinas e boçorocas, cujo controle irá exigir o dispêndio de cifras muito elevadas.

3.2 - Terrenos transformados em "lixões": A Prefeitura Municipal tem implementado a catastrófica ação de preencher boçorocas (e ravinas) com resíduos sólidos urbanos domiciliares e até hospitalares. Podemos citar algumas boçorocas-lixões: a do Núcleo Mary Dota; a do Jardim Paulista; a do Parque Bauru; a da Rua Araújo Leite; a do Jardim Godoy; a da Pousada da Esperança e, atualmente a da CESP. Este lançamento de resíduos sólidos domiciliares e até hospitalares em boçorocas, tem sido feito sem o mínimo cuidado, gerando graves problemas de contaminação de mananciais, degradação do solo, contaminação do lençol freático e outros inúmeros problemas sanitários e sociais, cometendo-se um verdadeiro crime ecológico.

Estas áreas deverão ser tratadas (remediação) e o problema dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, hospitalares e industriais ser enfrentado adequadamente com um sistema integral de tratamento, aproveitamento dos recicláveis, compostagem, incineração e aterro celular.

3.3 - Terrenos degradados por lançamento clandestino de rejeitos: normalmente localizados em áreas afastadas da zona central, recebem despejo clandestino de resíduos de todo tipo, particularmente os entulhos de construção civil. Tornam-se áreas de solo improdutivo. Quando localizados próximos à zonas industriais tem recebido resíduos tóxicos extremamente perigosos.

3.4 - Terrenos ocupados inadequadamente (favelas): terrenos onde se instalaram populações ou atividades não previstas nos planos diretores da cidade ou que foram ocupadas sem nenhum cuidado, sem infra-estrutura, especialmente rede de esgoto e galerias pluviais (FAVELAS). Estas tem ocu-

pado sempre as margens de cursos de água em áreas periféricas pelos seguintes motivos: presença do rio e nível freático próximo à superfície.

3.5 - Solos contaminados pela rede de esgoto (vales): Como toda rede de esgoto é despejada no Rio Bauru e seus tributários, todos cursos d'água perenes e os solos circunvizinhos encontram-se contaminados. Interceptores para a rede de esgoto deverão ser instalados, acoplados à um sistema de tratamento.

3.6 - Degradação por eliminação das matas ciliares: Todos vales estão em desequilíbrio ambiental com a eliminação praticamente total da mata ciliar. Há necessidade da construção de viveiros e replantio para recuperação da mata ciliar nativa.

3.7 - Vales assoreados: Todos vales encontram-se assoreados, especialmente os dos cursos d'água principais como o Rio Bauru, Ribeirão Vargem Limpa, Água do Sobrado, Ribeirão das Flores, Córrego Água da Ressaca e Córrego da Grama.

3.8 - Terrenos inundáveis: são terrenos situados junto aos córregos e rios que atravessam a cidade. Os motivos das inundações são aumento da área impermeabilizada pelas construções e pavimentação consequente do crescimento urbano e pelo assoreamento dos vales e cursos de água por sedimentos e resíduos diversos trazidos pelas enxurradas.

3.9 - Terrenos vazios: São os não utilizados por causa do preço do mercado ou devido ao usual processo de especulação, ficando em áreas já urbanizadas. Murados ou não, geralmente não são cuidados pelo proprietário, representando áreas perigosas onde pode ocorrer a presença de marginais e a proliferação de roedores, insetos e outros vetores de doenças.

A reabilitação de cada tipo de terreno degradado depende fundamentalmente do seu estado de deterioração e do entorno imediato ocupado constituindo-se, muitas vezes, em entrave ao desenvolvimento urbano sustentável.

4. AGRADECIMENTOS

À UNESCO - The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization por viabilizar este trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - Prevenção da Erosão Urbana e Conservação de Recursos Hídricos: Projeto Piloto de Bauru e Rio Batalha (1ª fase). São Paulo, IPT., 1991, 162 p.

PARÂMETROS CINÉTICOS DA DECOMPOSIÇÃO CATALÍTICA DE HIDRAZINA: TEORIA E EXPERIÊNCIA

G.P. Valença
LACP/INPE Rod. Pres. Dutra, km 40,
Cachoeira Paulista, SP 12630.
Tel: (0125) 61 1377R218 <INPELACP@BRFAPESP.BITNET>

12 de junho de 1992

Sumário

A aplicação do formalismo BOC-MP a decomposição de hidrazina é mostrada. Este formalismo assume a que durante uma transformação química a ordem de ligação total das espécies envolvidas deve ser conservadas. Além disso, o potencial entre adsorventes e adsorbatos é calculado assumindo-se uma interação entre dois centros como sendo do tipo Potencial de Morse. Os resultados mostram que o formalismo BOC-MP é poderoso, apesar de ser de simples aplicação, sendo capaz de prever e explicar possíveis rotas seguidas durante um ciclo catalítico.

1 Introdução

A dificuldade do estudo teórico e projeto de catalisadores reside no cálculo de forças de adsorção, bem como de energias de ativação das transformações químicas resultante do rompimento e formação de ligações que ocorrem durante o ciclo catalítico [1,2]. Assim, a dificuldade de projetar catalisadores heterogêneos reside em dois fatores, a saber: o desconhecimento, na maioria dos casos, das etapas do ciclo catalítico e o desconhecimento das propriedades físicas e químicas das espécies adsorvidas.

Dos diversos métodos aplicados com intuito de estudar e projetar catalisadores para determinadas reações, um dos que têm obtido melhores resultados é também um dos de aplicação mais simples, e baseia-se na conservação da ordem de ligação e em potenciais do tipo Morse entre dois centros (BOC-MP). Uma das características mais atraentes do formalismo BOC-MP está no fato deste não ter parâmetros ajustáveis e de ser fenomenológico, partindo de valores experimentais de energia de ligação entre átomos e a superfície metálica, e da energia de ligação das moléculas em fase gasosa, D [3].

A seguir o formalismo BOC-MP é ilustrado brevemente através de sua aplicação a decomposição catalítica de hidrazina, N_2H_4, sobre as superfícies de empacotamento denso (111) de Ni, Ir e Pt, processo para o qual o método citado ainda não havia sido aplicado. Com base nos resultados do formalismo BOC-MP, conclusões a respeito das possíveis etapas elementares da decomposição de N_2H_4 e de suas diferenças são apresentadas.

2 Descrição do Método

Dentre as possíveis espécies adsorvidas durante a decomposição de N_2H_4 temos:

H, N, H_2, N_2, NH, NH_2, NH_3, HN_2, HN=NH, iN_2H_2, N_2H_3, e N_2H_4.

Para calcular o calor de adsorção, Q_{ads}, das espécies adsorvidas, o formalismo BOC-MP calcula a ordem de ligação, $\underline{x}$, definida por:

$$x = \exp\left(\frac{-(r - r_0)}{a}\right) \tag{1}$$

onde $\underline{r}$ é a distância entre o átomo e a superfície metálica, $\underline{r}_0$, é a distância de equilíbrio, e $\underline{a}$ uma constante. O formalismo BOC-MP impõe que a ordem de ligação seja conservada após adsorção, i.e., $\sum_i x_i = 1$ onde $\underline{x}_i$ é a ordem de ligação entre o átomo e cada um dos átomos da superfície metálica ao qual está ligado.

O calor de adsorção, expresso por potenciais de Morse é dado por:

$$Q_A = Q_0(2x - x^2) \tag{2}$$

Os valores de Q_{ads} entre H ou N e as faces (111) desses metais foram obtidos da literatura [4].

O cálculo de Q_{ads} de moléculas em superfícies metálicas é feito levando-se em conta ordem de ligação de toda a molécula adsorvida, ou seja, para uma molécula AB:

$$\sum_i x_{A_i} + \sum_i x_{B_i} + x_{AB} = 1 \tag{3}$$

e Q_{ads} é calculado segundo:

$$Q_{AB} = \frac{Q_{0A}^2}{(Q_{0A}/n + D_{AB})} \quad \text{ou} \quad Q_{AB} = \frac{Q_A^2}{Q_A + D_{AB}} \tag{4}$$

para adsorções fracas ou fortes, respectivamente. Para os casos onde Q_{ads} assume valores intermediários o calculo se faz como a média entre Q_{ads} fraco e forte. A adsorção pode também ocorrer através de dois átomos na molécula. Nesse caso, a ordem de ligação deve levar em conta tanto a ligação M_s–A quanto a ligação M_s–B.

Os Q_{ads} calculados segundo o formalismo BOC-MP para as possíveis espécies adsorvidas em Ir, Ni ou Pt estão mostrados na Tabela 1.

Uma vez calculados Q_{ads}, o formalismo BOC-MP calcula energias de ativação, E_a, de reações elementares possíveis, para moléculas adsorvidas diretamente da fase gasosa, segundo:

$$A+BC_g \rightarrow [A\cdots B\cdots C] \rightarrow AB + C$$

Se o mecânismo de reação ocorresse segundo um potencial do tipo Lennard-Jones, então E_a seria calculado com a condição de, no estado de transição, a ordem da ligação A–B, $x_{AB} = 0$. Porém, como o potencial tipo Lennard-Jones é apenas um limite superior, E_a é calculada como um valor intermediário entre ΔE_a^{LJ} e Q_{ads} da molécula, i.e.,:

$$\Delta E_{f,r} = \frac{1}{2}\left(D - Q_{AB} - Q_C + Q_A + Q_{BC} + \frac{Q_{AB}Q_C}{Q_{AB}+Q_C}\right) \qquad (5)$$

Os valores de D são obtidos de tabelas de calores de formação de átomos e moléculas [5], ou da literatura para compostos instáveis em fase gasosa [6,7], como HN=NH, N_2H_3, iN_2H_2.

3 Resultados e Conclusão

Os valores calculados de Q_{ads} para NH_3 para Pt e Ni(111), 13 e 18 kcal mol^{-1} respectivamente, estão dentro de 10% dos valores experimentais de 12 e 20 kcal mol^{-1}, respectivamente [8,9]. Por outro lado, é difícil dizer se os valores calculados para as demais espécies adsorvidas estão próximos dos valores experimentais, especialmente para aquelas em que há mais de uma opção de formas de adsorção.

Dois possíveis tipos de etapas elementares se apresentam. A primeira é a decomposição de uma espécie adsorvida, e a segunda é a reação entre duas espécies adsorvidas. A análise cinética de uma reação deve envolver três fatores importantes, a saber: E_a de cada etapa elementar, o fator pré-exponencial, A, e a concentração das espécies adsorvidas, conc., envolvidas na etapa estudada, segundo a equação de Arrhenius, $v_t = A\exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)\prod_i [conc.]_i$. Etapas

de dissociação e de reação entre espécies adsorvidas, Langmüir-Hinshelwood, LH, têm valores de A distintos, e que estão na faixa de $10^9 s^{-1}$ e $10^{-2} cm^2 s^{-1}$, respectivamente [1]. Assim, se não considerarmos o efeito da concentração, observamos que etapas do tipo LH com valores de E_a diferente de zero terão uma taxa de reação muito lenta comparadas a etapas de dissociação. A TA etapas de dissoociação com E_a de até 15 kcal mol^{-1} têm taxa de reação mais rápida do que etapas do tipo LH com $E_a = 0$. A Tabela 2 mostra, das 57 possíveis reaçõescalculadas, somente aquelas com valores de $\Delta E_{f,r}$ relevantes a análise cinética da reação.

Observa-se que tanto sobre Ir quanto sobre Ni, N_2H_3 segue a decomposição preferencial em NH_2 e NH, ao passo que sobre Pt, a decomposição de N_2H_3 da preferência a formação de HN=NH. Além disso, os valores calculados de E_a, de 16, 14 e 13 kcal mol^{-1} estão próximos dos valores experimentais de 12, 16 e 16 kcal mol^{-1} obtidos para Ir, Ni e Pt, respectivamente [10,11]. Deve-se levar em conta que os valors calculados são para superfícies de empacotamento denso (111), ao passo que os valores experimentais foram obtidos para agregados metálicos suportados em Al_2O_3. Ainda assim, no caso do Ir, ao calcular-se o valor de E_a para superfícies policristalinas obtem-se 13 kcal mol^{-1}. Portanto, o formalismo BOC-MP parece estar na rota certa da cinética de decomposição de N_2H_4.

Talvez a conclusão mais importante do formalismo BOC-MP, no entanto, seja a diferença de mecanismo de decomposição de N_2H_4 nas superfícies de Ir ou Ni por um lado e na superfície de Pt por outro. A formação de HN=NH no caso da Pt resulta em formação preferencial de N_2 e H_2, com a formação de N_2 proveniente da decomposição de N_2H. Este fato está de acordo com a experiência, em que não é observado troca isotópica de átomos de N entre moléculas distintas de N_2H_4 [12]. Além disso, em todos os metais o formalismo BOC-MP sugere que possa haver formação de N adsorvido, mas que devido a alta E_a para dessorção — 39, 49 e 27 kcal mol^{-1} para Ir, Ni e Pt, respecti-

vamente — deve haver um acúmulo de N na superfície dos metais até que a concentração deste seja suficientemente alta para que N_2 possa ser dessorvido. Isso resultaria na ocupação de sítios metálicos que não seriam utilizados na decomposição de N_2H_4. Experimentalmente é observado uma desativação da taxa de decomposição inicial de diversos catalisadores estudados [10].

Referências

[1] M. Boudart and G. Djégà-Mariadassou in *"Kinetics of Heterogeneous Catalytic Reactions."* Princeton University Press, N.J., 1984.

[2] M. Boudart, in *"Catalyst Design: Progress and Perspectives."* L. Hegedus, ed. Wiley-Interscience, New York, 1990. Chap. 5, p. 141.

[3] E. Shustorovich Adv. Catal. **1990**, 37, 101.

[4] T.N. Rhodin and G. Ertl in *"The Nature o the Surface Chemical Bond."* North-Holland Pub., Amsterdam, 1979.

[5] *'CRC Handbook of Chemistry and Physics.'* CRC Press, Boca Raton, Florida **1986-87**, pp. F177-210.

[6] S.N. Foner and R.L. Hudson. J. Chem. Phys. **1978**, 68, 3162.

[7] S.N. Foner and R.L. Hudson. J. Chem. Phys. **1978**, 68, 3169.

[8] W. Tsai, J.J. Vajo and W.H. Weimberg J. Phys. Chem. **1985**, 89, 4926.

[9] C. Klauber, M.D. Alvey and J.T. Yates. Surf. Sci. **1985**, 154, 139.

[10] R. Maurel, J.C. Menezo and J. Barrault. J. Chim. Phys. **1973**, 70, 1221.

[11] J.P. Contour and G. Pannetier. J. Catal. **1972**, 24, 4346.

[12] J. Falconer and H. Wise. J. Catal. **1976**, 43, 220.

Tabela 1

Calor de Adsorção das Espécies Resultantes da Decomposição Catalítica de N_2H_4.

	E_a/kcal mol^{-1}					
Molécula	D_{Tot}	D	Força	Ir	Ni	Pt
H	-	-	FT	58	63	61
N	-	-	FT	127	135	116
H_2	104	104	F	6	7	6
N_2	226	226	F	13	14	11
NH	81	81	FT	78	84	68
NH_2	170	170	I	39	43	34
NH_3	280	280	F	16	18	14
N_2H	219	132	I	45	50	39
HN=NH	279	198	F	14	16	12
iN_2H_2	245	72	FT	80	87	71
N_2H_3	334	165	I	40	44	34
N_2H_4	411	242	F	12	14	10

Tabela 2

Energias de Ativação das Etapas Relevantes na Decomposição Catalítica de N_2H_4.

$\Delta E_f, \Delta E_r$ /kcal mol^{-1}							
		Ir		Ni		Pt	
Reação	D	ΔE_f	ΔE_f	ΔE_f	ΔE_f	ΔE_f	ΔE_f
$N_2H_4 \longrightarrow N_2H_3 + H$	77	7,5	16	4,8	21	6,9	15
$N_2H_4 \longrightarrow NH_2 + NH_2$	72	13	6,9	10	11	16	1,2
$N_2H_3 \longrightarrow HN{=}NH + H$	55	17	0	16	0	13	0
$N_2H_3 \longrightarrow NH + NH_2$	84	16	10	14	14	19	3
$HN{=}NH \longrightarrow N_2H + H$	60	0	27	0	32	0	26
$HN{=}NH \longrightarrow NH + NH$	117	8	31	3,5	39	14	21
$N_2H \longrightarrow N_2 + H$	7	0	8	0	9	0	12
$N_2H \longrightarrow NH + N$	138	13	35	10	42	18	25
$H_2 \longrightarrow H + H$	104	6	18	1	23	3	21
$N_2 \longrightarrow N + N$	226	11	39	5	49	21	27

PROJETO KEPHAS - UM ESTUDO DE CASO

CARMEN LÚCIA LANGHANZ - NORIE, CPGEC, UFRGS, CP 303
CEP 90001 - PORTO ALEGRE
IARA PETROV DANIEL - ARQ ASSOCIADOS - R. Castro ALves, 155/503 - CEP 90410 - P. ALEGRE
JAIRO GONÇALVES PERALTA - COMUR - CEP 93510 - NOVO HAMBURGO - RS

SUMÁRIO:

O presente estudo de caso refere-se a uma experiência bem sucedida realizada em 1985, no Município de Novo Hamburgo, RS , quando da implantação de um conjunto habitacional composto de 400 unidades pela Prefeitura Municipal, através do processo de mutirão, com recursos do antigo Programa João de Barro.

Aparentemente o sucesso alcançado nesse projeto foi obra do acaso e da sorte, mas os resultados já analisados nos mostram que o trabalho, o enfoque estratégico, filosófico e administrativo, o gerenciamento da obra e os controles efetuados, aliados a tradição de solidariedade comunitária peculiar à região foram fatores relevantes, os quais devidamente estudados podem nos levar a conclusões sobre o processo de solução alternativa adotado no problema de moradia daquelas famílias. A sistematização dessa estratégia pode permitir que as mesmas soluções possam ser empregadas em situações semelhantes, contribuindo para o desenvolvimento de uma nova abordagem da habitação pelos organismos governamentais, especialmente a nível municipal.

Este trabalho pretende mostrar os resultados obtidos numa 1º etapa, na qual se analisou a implantação e a execução do projeto. E as diretrizes que serão seguidas numa 2º etapa, para avaliação pós-uso do conjunto, quando além de se verificar a adequação da tipologia empregada à população usuária, e o nível de satisfação dos moradores com a habitação em uso, se procurará averiguar também a eficácia da solução em relação a outras alternativas, e o impacto do projeto no perfil sócio-econômico da população.

INTRODUÇÃO: O PROJETO "VILA KEPHAS"

O projeto Vila Kephas trata-se da construção de um conjunto habitacional composto de 400 unidades de 31,92 m2, em lotes iguais de 128 m2, em área do poder municipal em Novo Hamburgo, uma cidade com 250.000 habitantes, bastante industrializada para os padrões brasileiros, e que exerce grande atração à população carente devido a oferta de empregos. A ausência de alternativas para moradia, as dificuldades de crédito e de acesso ao terreno urbanizado permitem que proliferem os núcleos de sub-habitação, em áreas insalubres ou inadequadas, como beira de arroios, margens de rodovias, leito de ruas, praças e outros, situação comum hoje nas cidades do terceiro mundo.

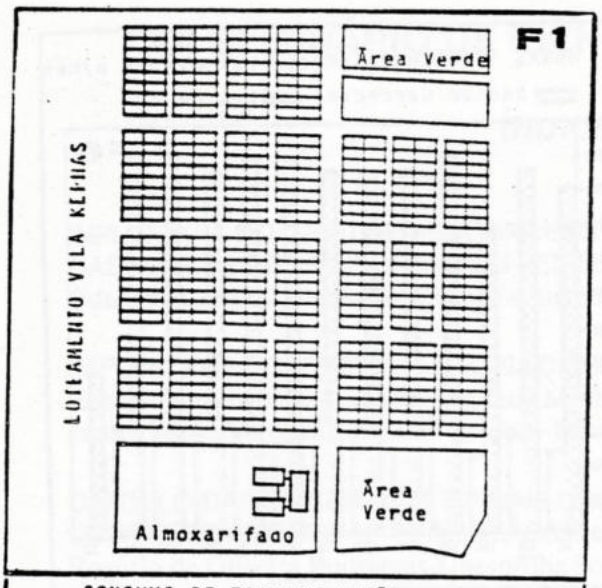
As últimas administrações da cidade tem privilegiado nas suas ações a participação popular e a organização comunitária, expressa pelos mutirões.

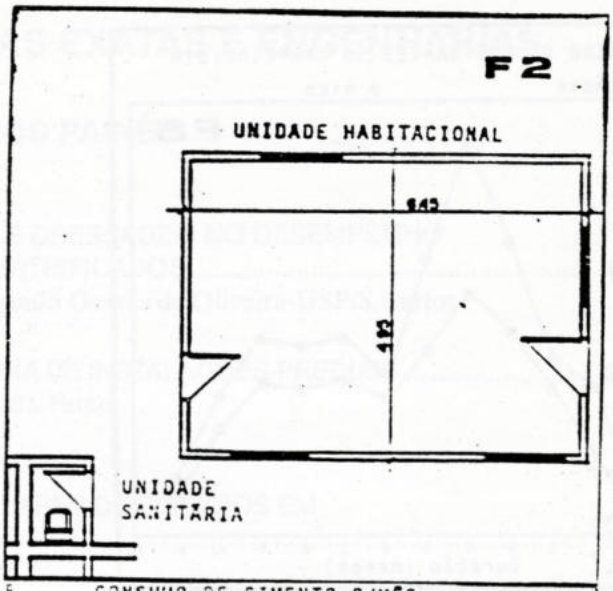
1 - O PROJETO ARQUITETÔNICO E URBANÍSTICO

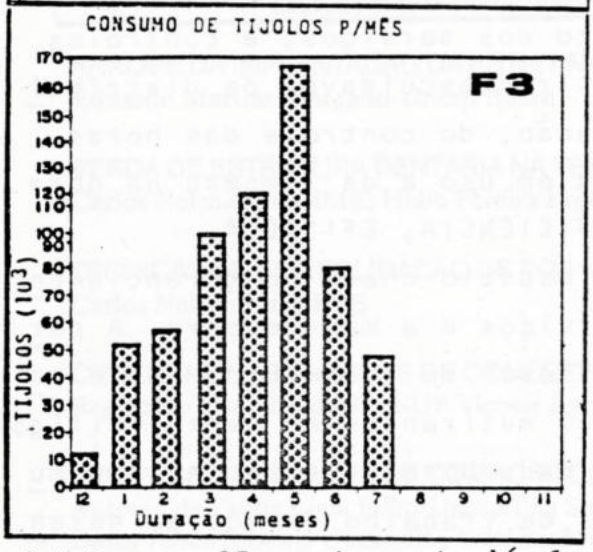
A urbanização foi realizada pela Prefeitura, em etapa anterior, quando da construção encontravam-se prontas as redes de serviços(água, luz, esgoto) e a abertura das vias. O lay-out do sítio favoreceu o gerenciamento do canteiro, porque era apropriado à produção sequencial e repetitiva (fig. 1). O urbanismo consistiu em 25 quadras idênticas, com 16 terrenos (8x16 m2). O escritório e almoxarifado foram localizados junto a entrada principal do canteiro. A marcação das quadras e dos terrenos ficou a cargo da Prefeitura. A topografia e a localização geográfica mostram que o canteiro era apropriado para o trabalho de construção por trabalhadores não especializados. A unidade habitacional consistiu de um embrião sem divisões internas e sem instalações hidrossanitárias complexas (as unidades sanitárias eram externas, já tendo sido implantadas em etapa anterior por pequena empresa construtora).(fig. 2). As casas eram idênticas o que permitiu economia de escala e efetividade de custos através da aquisição de materiais em larga escala (fig.3,4) como também a padronização dos compomentes permitiu menores perdas.

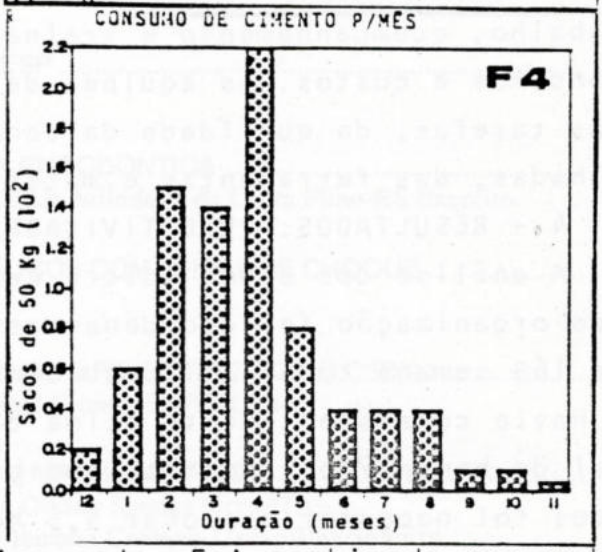
2 - A ORGANIZAÇÃO DO MUTIRÃO: A PARTICIPAÇÃO E A INTEGRAÇÃO DO PODER PÚBLICO, EQUIPE GERENCIAL E MUTIRANTES

O sucesso da iniciativa só foi possível com a contribuição de todos os envolvidos. Participação foi o instrumento que tornou possível uma avaliação contínua do processo e garantiu o redirecionamento das atividades a qualquer tempo. Os trabalhadores foram di





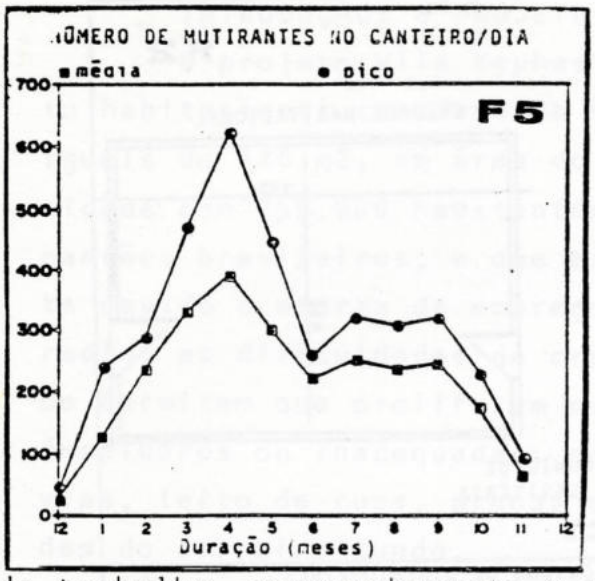


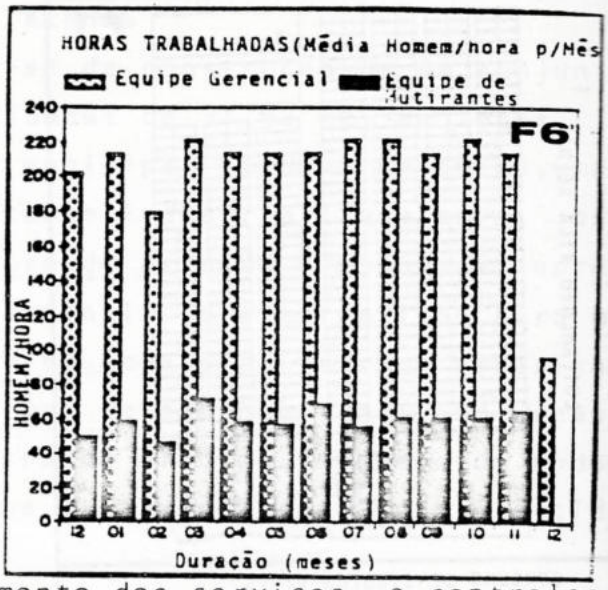


vididos em 25 equipes de 16 famílias cada. Foi combinado que cada equipe seria responsável pela construção das 16 casas de sua quadra, e se submeteria às decisões e regras estabelecidas pelo coletivo. Foram instituidas duas instâncias de deliberação: a assembléia de grupo e a assembléia de representantes de grupo (geral). Na assembléia geral todos podiam trazer suas opiniões para a solução de problemas gerais, e todos podiam apresentar sugestões e reclamações. Essas reuniões eram flexíveis e democráticas induzindo a interdependência entre o staff e os grupos de mutirantes.

3 - PLANEJAMENTO DO TRABALHO COLETIVO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO

A estrutura organizacional foi dividida em duas estruturas funcionais: equipe gerencial, composta por um engenheiro, um arquiteto, um assistente social, um administrador, um supervisor de obras, dois almoxarifes e alguns trabalhadores qualificados, e 25 equipes de mutirantes. A equipe gerencial tinha como atribuições. compra e distribuição de materiais e ferramentas, planejamento e organização do





do trabalho, acompanhamento e treinamento dos serviços, e controles dos consumos e custos. As equipes de mutirantescuidavam da distribuição das tarefas, da qualidade da construção, do controle das horas trabalhadas, das ferramentas e materiais em uso e da limpeza na obra.

4 - RESULTADOS: PRODUTIVIDADE, EFICIÊNCIA, EFICÁCIA

A análise dos dados mostra que o aspecto chave do gerenciamento e da organização foi coordenar os serviços e a mão-de-obra. A partir da 16º semana todas as 25 quadras estavam em andamento, nesse período havia consistentemente acima de 300 mutirantes no canteiro(fig5) O total de homens/hora mostrou que para cada hora de trabalho dos mutirantes foi necessário alocar 5,5 horas de trabalho da equipe gerencial (fig.6). Essa performance só foi possível com a dedicação pessoal dos membros do staff, alguns dos quais trabalharam dias corridos,sem nenhum descanso. As médias indicam que cada quadra levou 62 dias para ser concluida, ou seja 3,5 meses de trabalho normal. A eficácia do sistema, que envolveu a população em todas as suas etapas, tornou-se evidente ao constatarmos que não houve reclamações e problemas construtivos após o inicio da utilização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seria pretencioso apresentar conclusões neste estágio do trabalho, considerando-se que gerenciamento de obras e de provisão de habitações em países como o nosso estão constantemente em transformação. Porém, alguns dos ítens abordados tornam-se mais claros a medida que haja uma maior consciência da necessidade de se buscar soluções práticas para os problemas, e de se ouvir e aprender com as próprias pessoas interessadas, quais sejam seus problemas reais,e como melhor utilizar os poucos recursos disponíveis. A experiência "Vila Kephas" continua, agora numa 2º etapa, com uma avaliação macro-econômica e Pós-Uso do conjunto. Este trabalho tem como objetivos listar os parâmetros básicos a serem seguidos quando da implantação de projetos de mutirão,

XII SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

ÍNDICE DOS PAINÉIS

INFLUENCIA DO GRAU DE RECOBRIMENTO DE DRESSAGEM NO DESEMPENHO DAS FORCAS DE RETIFICACAO EM REBOLOS VITRIFICADOS 1
Eduardo Carlos Bianchi-Unesp/Bauru; Joao Fernando Gomes de Oliveira-USP/S.Carlos

IMPLANTACAO DO SISTEMA CAD NA DISCIPLINA DE INSTALACOES PREDIAIS 2
Edson Goncalves de Araujo-Fatec; Ieda Maria Nolla-Fatec;
Isaura Maria Varone de Morais Cardoso-Fatec

CALCULO DAS SOLICITACOES FINAIS DOS PILARES DE EDIFICIOS EM CONCRETO ARMADO 3
Rogerio de Oliveira Rodrigues-Unesp/Ilha Solteira

ANALISE DA IMPLANTACAO DA BITNET NA UNESP 4
Eduardo Martins Morgado-Unesp/Bauru

PERDA DE ESTRUTURA DENTARIA NA TERAPIA ENDODONTICA 5
Carlos Nelson Elias-IME; Helio Pereira Lopes-UERJ; Arlindo S. da Costa Filho-ES Exercito

TECNICAS DE CONSOLIDACAO DE POS METALICOS COM ONDAS DE CHOQUE 6
Carlos Nelson Elias-IME

CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO PELO CRITERIO DO CEB/90 7
Reginaldo Carneiro da Silva-UF Vicosa; Jose Samuel Giongo-USP/S.Carlos

PRODUCAO DE PLACAS DE COMPOSITOS COM MATRIZ METALICA 8
Antonio de Padua Lima Filho-Unesp/Ilha Solteira; Odmar Simoes Pires-ITA;
Darcy Alves Ribeiro-Unesp/Ilha Solteira; Marino Teixeira Caetano-Unesp/Ilha Solteira

CADASTRAMENTO DE DADOS PARA A CARACTERIZACAO DO MEIO FISICO: A EXPERIENCIA NO MUNICIPIO DE GUARATINGUETA-SP 9
Heraldo Cavalheiro N. Sampaio Campos-Unesp/Guaratingueta

EXPLOTACAO DE AGUAS SUBTERRANEAS: O CENARIO DO MUNICIPIO DE JACAREI-SP 10
Edilson de Paula Andrade-DAEE; Jose Eduardo Campos-DAEE;
Heraldo Cavalheiro N.Sampaio Campos-Unesp/Guaratingueta

O ENGENHEIRO E O CODIGO DE PROTECAO E DEFESA DO CONSUMIDOR 11
Roberto Ribeiro Bazilli-Unesp/Guaratingueta

ESCOAMENTO COMPRESSIVEL UNIDIMENSIONAL SEM FRICCAO EM DUTOS DE AREA CONSTANTE COM TRANSFERENCIA DE CALOR 12
Luiz Roberto Carrocci-Unesp/Guaratingueta;
Mauricio Guimaraes da Silva-Unesp/Guaratingueta

ANALISE DE VAZAO E PERDA DE CARGA NUMA MALHA DE INSTALACAO DE AR CONDICIONADO USANDO O METODO DE HARDY-CROSS 13
Luiz Roberto Carrocci-Unesp/Guaratingueta;
Eliane Barbosa de Amorim-Unesp/Guaratingueta;
Jose Andre Marin de Camargo-Unesp/Guaratingueta

CONVERGENCIA DE SEQUENCIAS DE ITERADAS DE COMBINACAO CONVEXA DE ITERADAS 14
Maria Elizabeth Stafuzza Goncalves-ITA

VERIFICACAO DOS ERROS DE TRUNCAMENTO E DE ARREDONDAMENTO NO SISTEMA SALT 15
Marcelo da Silveira Labre-UFRJ; Sandro de Freitas Valpassos-UFRJ;
Humberto Lima Soriano-UFRJ; Silvio de Souza Lima-UFRJ

ADAPTACAO DO SISTEMA SALT DE ANALISE DE ESTRUTURAS PARA COMPUTADOR DE GRANDE PORTE 16
Marcelo da Silveira Labre-UFRJ; Sandro de Freitas Valpassos-UFRJ;
Humberto Lima Soriano-UFRJ; Silvio de Souza Lima-UFRJ

A TURBULENCIA DA DECADA DE 90 17
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

COMPETICAO EM PRECO 18
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

COMPETICAO EM PRODUTO 19
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL 20
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

PLANEJAMENTO ESTRATEGICO:TRES RECOMENDACOES RELATIVAS AO AMBIENTE INTERNO DA EMPRESA 21
Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

RECURSOS DE COMPUTACAO GRAFICA APLICADOS AO ENSINO TECNOLOGICO UM DESAFIO 22
Hilda M. Clauzet F. de Mello-FATEC

MODELAGEM DE TRANSFORMADORES PARA ESTUDOS DE TRANSITORIOS NO EMTP 23
Izael Pereira da Silva-USP; Augusto Ferreira Brandao Junior-USP

ESTUDO DE LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTO FLETOR EM VIGAS CONTINUAS UTILIZANDO ANALISE MATRICIAL DE ESTRUTURAS 24
Antonio Wanderley Terni-Unesp/Guaratingueta;
Francisco dos Santos Rocha-Unesp/Guaratingueta

INFLUENCIA DO CaCO3 E CaF2 NA MICROESTRUTURA DO CORDAO DE SOLDA 25
Carlos Eduardo Segamarchi-Unesp/Bauru; Yukio Kobayshi-Unesp/Bauru

DETERMINACAO DA CAPACIDADE DE CARGA DE MODELOS DE ESTACAS INSTRUMENTADOS COM STRAIN GAGES 26
Adriano Souza-Unesp/Ilha Solteira

UMA ABORDAGEM DE RECONHECIMENTO DE PADRAO ATRAVES DE REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS 27
Evandro G. Romanini-Unesp/Ilha Solteira; Carlos R. Minussi-Unesp/Ilha Solteira

ESTUDOS HIDRODINAMICOS EM UMA COLUNA PULSADA DE DISCOS PERFURADOS 28
Elias B. Tambourgi-UNICAMP; Joao A.F.R. Pereira-UNICAMP; Luiz M.N. de Goes-UFBa

UM METODO DE OTIMIZACAO INCORPORANDO O CONCEITO DE "SIMULATED ANNEALING" 29
Glen Peach-ITA; Karl Heinz Kienitz-ITA

OTIMIZACAO DE CONTROLADORES DE POUSO COM DESEMPENHO DEFINIDO UTILIZANDO "FUZZY SETS" 30
Glen Peach-ITA; Karl Heinz Kienitz-ITA

SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE TAREFAS PARA MANIPULADORES ROBOTICOS DOTADOS DE VISAO 31
Walter Fetter Lages-ITA; Elder Moreira Hemerly-ITA

AQUISICAO DE DADOS DE TEMPERATURA COM TERMISTORES NTC: UM ESQUEMA DE CONDICIONAMENTO MINIMO DO SINAL BASEADO EM PULSOS DE ALTA CORRENTE 32
Milton Dall'Aglio Sobrinho-Unesp/Ilha Solteira

CALCULO COM APOIO COMPUTACIONAL 33
Tarcisio Praciano Pereira-Universidade Estadual de Maringa

ANTE-PROJETO DE UM MECANISMO TROCADOR DE GARRAS ROBOTICAS EXCLUSIVAMENTE MECANICO 34
Emilio Eiji Kavamura-ITA; Carlos Eduardo Ramos da Cruz-ITA;
Antonio Luis dos Santos Vieira-ITA; Paulo Marcio Goncalves-ITA;
Luiz Gonzaga Trabasso-ITA

DESENVOLVIMENTO DE UM CABECOTE PARA A FIXACAO DE PECAS POR MEIO DE VACUO 35
Luiz Alfredo Cappi-Unesp/Bauru; Eduardo Carlos Bianchi-Unesp/Bauru

VALIDACAO DE PADROES DE PRODUCAO OBTIDOS A PARTIR DE APONTAMENTOS DE MAO DE OBRA 36
Jose Luiz Contador-Unesp/Guaratingueta; Jose Celso Contador-Unesp/Guaratingueta

ANALISE DO ESCOAMENTO DE UM MEIO GRANULAR DEVIDO AO FLUXO DE UM FLUIDO 37
Gisele Maria Ribeiro Vieira-IME/Rio de Janeiro;
Darcy das Neves Nobre-IME/Rio de Janeiro;
Francesco Scofano Neto-IME/Rio de Janeiro

PLACA DE CONTROLE E TRANSFERENCIA DE DADOS PARA SISTEMAS DE SUPERVISAO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS 38
Claudio da Rocha Brito-UPUSP; Ricardo Castillo Molina-UPUSP;
Ozeas Vieira Santana Filho-UPUSP; Fernando Rodrigues Santana-UPUSP;
Dorival Jorge Farias-Petrobras

TESTES DE SOFTWARE - O METODO DA CAIXA BRANCA MODIFICADO 39
Claudio da Rocha Brito-USP; Alexandre Fernandes de Moraes-USP

SIMULADOR DE MULTIPROCESSAMENTO 40
Claudio da Rocha Brito-USP; Justo Carlos de Francisco Garcia-USP

CRIPTOGRAFO DIGITAL 41
Claudio da Rocha Brito-USP; Alexandre Fernandes de Moraes-USP

ANALISE DO INVERSOR FONTE DE CORRENTE ALIMENTANDO UM M.I.T. 42
Hassan Youssef Ayoub-Unesp/Ilha Solteira; Jocelio Souza de Sa-EFEI

COMPONENTES CONTINUAS DE CORRENTES NOS SISTEMAS DE POTENCIA 43
Luiz Carlos Origa de Oliveira-Unesp/Ilha Solteira; Dionizio Paschoareli Jr.-Unesp/Ilha Solteira

DETERMINACAO DE FLUXO HARMONICO UTILIZANDO METODOS COMPUTACIONAIS 44
Dionizio Paschoareli Junior-Unesp/Ilha Solteira;
Luiz Carlos Origa de Oliveira-Unesp/Ilha Solteira; Francisca A.C. Pires-Unicamp

APLICACAO DE UM METODO HEURISTICO PARA A SINTESE DE REDES DE TROCADORES DE CALOR 45
Mauro Antonio da Silva Sa Ravagnani-Univ. Est. de Maringa;
Alberto Luiz de Andrade-Unicamp

INTERSECOES COM PAVIMENTOS CERAMICOS 46
Jairo Salim Pinheiro de Lima-Unesp/Ilha Solteira; Jose Bernardes Felex-USP/Sao Carlos

ESTUDO DA VULNERABILIDADE A CONTAMINACAO DO AQUIFERO NA REGIAO DO IPE-ILHA SOLTEIRA 47
Jefferson Nascimento de Oliveira-Unesp/Ilha Solteira

UMA EXPERIENCIA EM VERIFICACAO DE PROGRAMAS CONCORRENTES 48
Nival Nunes de Almeida-UERJ; Valeria Ulm de Gouvea Lima-UERJ

ESTUDO DA ACELERACAO E RETOMADA DE VELOCIDADE DE VEICULOS AUTOMOTORES RODOVIARIOS 49
Antonio Carlos Canale-USP/Sao Carlos

EFEITO DO TEOR DE Nb NA RESISTENCIA A ABRASAO EM ACOS ALTO CARBONO 50
O.R. Crnkovic-USP/Sao Carlos; L.C.F. Canale-USP/Sao Carlos

FATORES QUE AFETAM A DURABILIDADE DOS PRODUTOS DE CERAMICA VERMELHA 51
Marcus Vinicius Veleda Ramires-UFRGS; Denise de Souza Saad-UFRGS

O CIRCULO DE CONTROLE DA QUALIDADE - CCQ E SUA IMPLEMENTACAO NO RIO GRANDE DO SUL 52
Alberto Schmidt-UF Santa Maria; Dalzija G. Gavioli-UF Santa Maria;
Cleuza Sampaio Lara-UF Santa Maria; Eliane de F. Saibt-UF Santa Maria

RELACAO ENTRE VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO E O TEOR DE FERRITA DELTA EM CORDOES DE SOLDA DE ACO INOX 316 53
Vicente Afonso Ventrella-Unesp/Ilha Solteira; Roseana E. Trevisan-Unicamp

INVERSOR TRIFASICO COM LINK-DC RESSONANTE COM UM UNICO INTERRUPTOR RESSONANTE 54
Carlos Alberto Canesin-Unesp/Ilha Solteira; Ivo Barbi-UFSC

COMPARACOES, VANTAGENS E DESVANTAGENS ENTRE AS FONTES CHAVEADAS OFF-THE-LINE DO TIPO FORWARD E FLYBACK OPERANDO EM 20 KHz E 100 KHz PARA MICROCOMPUTADOR DO TIPO IBM-PCxt 55
Carlos Alberto Canesin-Unesp/Ilha Solteira

PROJETOS DE FONTES CHAVEADAS OFF-THE-LINE FLYBACK OPERANDO EM 20 KHZ E 100 KHZ PARA MICROCOMPUTADOR DO TIPO IBM-PCxt 56
Carlos Alberto Canesin-Unesp/Ilha Solteira

DISPERSAO DE POLUENTES GASOSOS NA ATMOSFERA - ESTUDO DE CASO 57
Celso Luiz da Silva-Unesp/Bauru; Mario K. Ojima-SPA; Jorge Kano-SPA

DETERMINACAO DA FORCA PROPULSORA DE MOTORES ASSINCRONOS LINEARES ATRAVES DE CIRCUITO ELETRICO EQUIVALENTE CONSIDERANDO EFEITOS DE EXTREMIDADES 58
Renato Crivellari Creppe-Unesp/Bauru; Gillio Aluisio Simone-Unesp/Bauru; C.R. de Souza-Unicamp

TECNICA DE ANALISE ALTERNATIVA DE TRANSITORIOS ELETROMAGNETICOS 59
Pedro da Costa Jr.-Unesp/Bauru; Jose Pissolato Filho-Unicamp

METODOS ESTATISTICOS PARA CALIBRAR RADIOMETROS SOLARES 60
Joao Francisco Escobedo-Unesp/Botucatu; Evandro Tadeu da Silva-Unesp/Botucatu; Antonio Aparecido Martins-Unesp/Botucatu

DETERMINACAO DO COEFICIENTE DE INFILTRACAO PARA FINS DE DIMENSIONAMENTO DE SUMIDOURO 61
Claudio Vidrih Ferreira-Unesp/Bauru; Ademar da Silva Lobo-Unesp/Bauru; Nariaqui Cavaguti-Unesp/Bauru

ESTUDO DAS CURVAS DE INCHAMENTO DO AGREGADO MIUDO DE DIFERENTES REGIOES BRASILEIRAS 62
Marcio Joaquim Estefano de Oliveira-Unesp/Guaratingueta; Pedro Henrique Calsolari-Unesp/Guaratingueta

UM AMBIENTE GRAFICO PARA A SOLUCAO DE PROBLEMAS DE ROTEAMENTO DE VEICULOS 63
Edson Luiz Franca Senne-Unesp/Guaratingueta; Cesar Massahiro Higuti-Unesp/Guaratingueta; Victor Jose Marques-Unesp/Guaratingueta

UMA FERRAMENTA PARA A SOLUCAO DE PROBLEMAS DE "SCHEDULING" EM CELULAS FLEXIVEIS DE MANUFATURA 64
Edson Luiz Franca Senne-Unesp/Guaratingueta; Edgard Dias Batista Jr.-Unesp/Guaratingueta; Roberto Luiz Bach-Unesp/Guaratingueta

DETERMINACAO DO EFEITO CO-SENO DE UM RADIOMETRO SOLAR SOB AGUA 65
Antonio Augusto A. Dantas-Unesp/Botucatu; Joao Francisco Escobedo-Unesp/Botucatu; Jose Mario Domingos de Melo-Unesp/Botucatu

ESTUDO PARA SUBSTITUICAO DE TUBULACOES FORCADAS EM PCH's 66
Carlos Barreira Martinez-Fac.Eng.Civil/Itajuba; Cidelia M. B. Lima-EFEI; Cassiana A. Augusto-Fac.Eng.Civil/Itajuba; Marcos Aurelio Souza Anjos-Fac.Eng.Civil/Itajuba

CRITERIOS PARA A CONCEPCAO GERAL DA PCH BRACO NORTE II 67
Carlos Barreira Martinez-Fac.Eng.Civil/Itajuba; Jose Antonio Perrela Balestieri-Unesp/Guaratingueta

COZINHA RESIDENCIAL - DETERMINANTES E TIPOLOGIAS DA ORGANIZACAO ESPACIAL 68
Enos Arneiro Nogueira da Silva-Unesp/Guaratingueta

COLETA DE DADOS PARA AVALIACAO POS-OCUPACAO PARA MORADIA ESTUDANTIL DA FEG-UNESP 69
Enos Arneiro Nogueira da Silva-Unesp/Guaratingueta; Jane de Souza Silva-Unesp/Guaratingueta

SEGMENTACAO DE IMAGENS: ALGORITMOS E APLICACOES 70
Claudio Ururahy Ribeiro-ITA; Elder Moreira Hemerly-ITA

DETERMINACAO DO PH IDEAL DE FORMACAO DO COMPLEXO [Fe(o-fen)3]2+ 71
Carmem D. Cardoso-UFSM; Martha B. Adaime-UFSM; Nadia S. Viaro-UFSM

MEDIDA DA ALTURA DO ESPECTRO COMO ALTERNATIVA AO METODO CONVENCIONAL DE ANALISE ESPECTROFOTOMETRICA SIMULTANEA DE UMA M ISTURA DE KMnO4 E K2Cr2O7 72
Carmem D. Cardoso-UFSM; Martha B. Adaime-UFSM; Nadia S. Viaro-UFSM

ADSORCAO COM AZUL DE METILENO - UM METODO SIMPLES DE DETERMINACAO DE GRUPOS SILANOIS (= Si-OH) EM SILICA 73
Ionara Regina Pizzutti-UFSM; Nadia S.S. Viaro-UFSM; Martha B. Adaime-UFSM

VIGAS CURVAS ISOSTATICAS 74
Jorge de Mello e Souza-IME

INTERACAO ENTRE "DANGLING BONDS" EM SEMICONDUTORES III-V COM VACANCIA CATIONICA 75
Tania Cristina A.Macedo de Azevedo-Unesp/Guaratingueta; T.R. da Silva; I.C.A. Castro

Al 6061 / SiC CONSOLIDADO COM EXPLOSIVO 76
Carlos Nelson Elias-IME; A.C.Callado de Souza-IME; Cassiano Romulo Soares-IME

ESTUDO DE UM MODELO HIBRIDO PARA DISCRETIZACAO DE UMA BARRA ENGASTADA SUJEITA A VIBRACAO LIVRE 77
Cassia de Assis Fleury-Unesp/Guaratingueta

DRENAGEM URBANA: PROBLEMAS E SOLUCOES NO ESCOAMENTO DAS AGUAS PLUVIAIS 78
Nariaqui Cavaguti-Unesp/Bauru; Luiz Takashi Katsutani-Unesp/Bauru;
Rudney C. Queiroz-Unesp/Bauru

ESTABILIDADE DE TALUDES: ANALISE DA PROBLEMATICA DA QUEDA DE DETRITOS 79
Nariaqui Cavaguti-Unesp/Bauru

MEDIDA DA CARACTERISTICA DINAMICA DE JUNTA PARAFUSADA MEDIDA DE AMORTECIMENTO 80
Joao Alberto de Oliveira-Unesp/Guratingueta; Araildo Lima da Silva-Unesp/Guaratingueta

ESTUDO DA UTILIZACAO DE CALOR LATENTE DE MUDANCA DE FASE COMO ISOLANTE TERMICO 81
Jose Nedilo Carrinho de Castro-Unesp/Guaratingueta

ANALISE EXPERIMENTAL DO EFEITO DO RETARDO NA PROPAGACAO DE TRINCAS POR FADIGA 82
Marcelo Augusto Santos Torres-Unesp/Guaratingueta;
Herman Jacobus C. Voorwald-Unesp/Guaratingueta;
Carlos Antonio R. Pereira Baptista-Unesp/Guaratingueta;
Jose Andre Marin de Camargo-Unesp/Guaratingueta;
Miguel Justino Ribeiro Barboza-Unesp/Guaratingueta

CONSIDERACOES SOBRE O DIMENSIONAMENTO DE TURBINAS A GAS PARA USO ESTACIONARIO 83
Janaina Ferreira Batista Leal-Faenquil/Lorena; Paulo Magalhaes Filho-Unesp/Guaratingueta

INFLUÊNCIA DO GRAU DE RECOBRIMENTO DE DRESSAGEM NO DESEMPENHO DAS FORÇAS DE RETIFICAÇÃO EM REBOLOS VITRIFICADOS

EDUARDO CARLOS BIANCHI *

JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA **

* UNESP - FET - BAURU

** USP - ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Resumo:

Da mesma forma que nas ferramentas convencionais de usinagem, a vida de rebolos é dada pela quantidade total de material que estes são capazes de remover segundo determinadas condições de trabalho. Na retificação de precisão a vida útil de um rebolo é predominantemente determinada pelo volume de material removido entre duas afiações sucessivas. Uma vez que as condiçoes de dressagem são responsáveis pela máxima eficiência da afiação, torna-se fundamental sua compreensão para otimizar a vida útil do rebolo. Este trabalho objetiva avaliar, experimentalmente, a vida útil de rebolos submetidos a diversas condições de dressagem, buscando determinar a máxima eficiência do processo de retificação.

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CAD NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES PREDIAIS

Edson Gonçalves de Araújo
FATEC-SP
Ieda Maria Nolla
FATEC-SP
Isaura Maria Varone de Morais Cardoso
FATEC-SP

Sumário

O trabalho relata a implantação de um sistema CADD direcionado para uma disciplina na área da construção civil (Instalações Prediais - IP).
Ele mostra as etapas do projeto, uma com a utilização de um sistema CAD convencional e outra com um programa aplicativo especialmente desenvolvido para se adequar condições oferecidas.
Nessas etapas houve a compatibilização da carga horária que deveria permanecer constante e a evolução do programa da displina aos novos recursos de projeto.

CÁLCULO DAS SOLICITAÇÕES FINAIS DOS PILARES DE EDIFÍCIOS EM CONCRETO ARMADO

ENG. ROGÉRIO DE OLIVEIRA RODRIGUES
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP

RESUMO

Este trabalho aborda o cálculo das solicitações finais dos pilares de edifícios em concreto armado. Neste contexto, faz-se um estudo preliminar sobre as solicitações iniciais de projeto, provenientes dos diversos tipos de carregamentos atuantes em edifícios, onde procura-se mostrar a forma adequada para a organização dos dados pertinentes a cada nível e seção do pilar a serem analisadas. Na sequência, inicia-se a determinação das solicitações iniciais de cálculo, através da combinação entre os dados obtidos anteriormente, cujo procedimento a ser seguido pode ser sistematizado através da utilização de uma planilha de cálculo adequada, onde destacam-se todos os valores dos coeficientes de segurança a serem considerados. Para finalizar, determinam-se os momentos fletores finais de cálculo através do produto entre as forças normais de cálculo já obtidas e as respectivas excentricidades totais, sendo estas obtidas através da soma das excentricidades e_i, e_a, e_2 e e_c referentes a cada situação de cálculo. Com isso, obtém-se os esforços finais que devem ser utilizados no dimensionamento das armaduras do pilar em estudo.

Ao final deste, depreende-se que a determinação das armaduras deve levar em conta todas as combinações possíveis entre todas as solicitações iniciais. Entretanto, tal só é viável, com a utilização de programas computacionais específicos.

ANALISE DA IMPLANTAÇAO DA BITNET NA UNESP

Eduardo Martins Morgado
Departamento de Computação - UNESP - Campus Bauru

A BITNET, rede cooperativa de comunicação acadêmica, foi implantada no Brasil durante o ano de 1989. As universidades estaduais paulistas, estabeleceram suas conexões através da FAPESP, que proporcionava os recursos básicos, assessoria e suporte, cabendo às universidades montar suas estruturas internas de utilização para seus docentes, pesquisadores e alunos.

A UNESP, através de sua Coordenadoria Geral de Informática, conduziu a sua implantação baseada nos equipamentos ABC Bull e nos PCs distribuídos pelas diversas unidades. Essa estratégia se revelou tecnicamente problemática, devido tanto aos problemas técnicos na ligação entre os ABC Bull, como pela lentidão da EMBRATEL na instalação dos acessos à RENPAC nos diversos campi.

A rigor a UNESP não conseguiu implantar uma rede capaz de interligar suas unidades. Toda comunicação entre suas unidades somente é possível pela utilização das ligações provisórias proporcionadas pela FAPESP. Dentro desse quadro, a utilização da BITNET é baixa, quando se considera o número de docentes da universidade e o nível de utilização da USP e UNICAMP, que contavam em 1990 com 4.000 e 5.000 usuários respectivamente.

Alem da falta de uma infra-estrutura de comunicação de dados, outros problemas podem ser associados ao processo de implementação:

Falta de divulgação dos recursos e serviços disponíveis dentro da BITNET: serviços como as Listas de Distribuição poderiam estar sendo utilizados por uma grande parcela de docentes, caso essas Listas fossem catalogadas e divulgadas dentro da comunidade.

Utilização de contas coletivas: a falta de recursos computacionais nos campi impede o uso de contas individuais para os docentes, cuja falta de privacidade inibe a utilização.

Dificuldade de acesso: na maioria dos campi o acesso à BITNET acontece através de terminais públicos. Recursos como redes locais interligando os micros departamentais e administrativos, poderiam tornar o acesso à rede mais simples e confortável.

A experiência da implementação da BITNET demonstra a necessidade de uma estratégia para a construção de uma rede de computadores que englobasse toda a UNESP. Essa rede permitiria o compartilhamento de recursos computacionais dentro e entre os campi, reduzindo a necessidade de duplicação de recursos. Adicionalmente, essa rede permitiria o aumento do intercâmbio entre os docentes de todas as unidades e campi da UNESP.

PERDA DE ESTRUTURA DENTARIA NA TERAPIA ENDODONTICA

Carlos Nelson Elias*, Hélio Pereira Lopes+, Arlindo S. Costa#

(*) Instituto Militar de Engenharia, Pr General Tibúrcio 80, Praia Vermelha 22290 Rio, RJ. (+) UERJ, (#) Esc. Saúde do Exército

SUMÁRIO

As brocas odontológicas Gates-Glidden são instrumentos rotatórios, largamente empregados no preparo biomecânico de canais radiculares. Embora seu uso esteja muito difundido, não há na literatura a relação entre o diâmetro final do furo e o diâmetro da broca; o conhecimento desta relação pode auxiliar o endodentista na escolha do tipo e diâmetro da broca a ser usada.

Na primeira parte deste trabalho, realizou-se furos em dentes humanos e fez-se a correlação entre o diâmetro da parte ativa das brocas e o diâmetro da cavidade. Na segunda parte, vinte dentes receberam pinos metálicos e fez-se a remoção dos pinos mediante o uso de brocas em aparelho de baixa e de alta rotação.

Os resultados mostraram que no preparo biomecânico dos canais os diâmetros dos furos são 6 % maiores que os diâmetros das brocas. Constatou-se também que, há variação entre o volume dos espaços antes e após a remoção dos pinos com brocas em aparelhos de baixa e alta rotação. O uso de broca com baixa rotação, para remover pinos radiculares, gera um furo com volume 104 % maior que o uso de broca com alta rotação.

TECNICAS DE CONSOLIDACAO DE POS METALICOS COM ONDAS DE CHOQUE

Carlos Nelson Elias

Eng. Mecânica e de Materiais - Instituto Militar de Engenharia
Pr General Tibúrcio 80, URCA 22290 Rio, RJ FAX: 021 275 9047

SUMÁRIO

Além do processo convencional de compactação e sinterização é possível obter materiais sólidos a partir de pós usando-se ondas de choque, aqui denominado processo de Consolidação Dinâmica, CD.

O princípio básico da CD de pós consiste no aproveitamento da alta pressão e temperatura desenvolvidas durante a passagem de ondas de choque nos materiais, as quais modificam a densidade dos pós através de mecanismos de deposição da energia na superfície das partículas. O processo é acompanhado por alterações microestruturais das partículas, fusão localizada na interface e transformações de fase, sem grandes modificações no seu interior [1].

As mudanças microestruturais produzidas ainda não são totalmente conhecidas, não há também consenso nas explicações dos mecanismos envolvidos. Estas dificuldades estão relacionadas à falta de perfeito entendimento do processo.

A magnitude da pressão da onda de choque determina a densidade e a possibilidade de ocorrer a ligação interpartícular por mecanismos de microfusão superficial [2]. A velocidade de propagação e o tempo de duração da onda determinam a intensidade da ligação entre as partículas. Se houver rápido decaimento da pressão, poderá ocorrer formação de trincas no material compactado [3].

Este trabalho apresenta as principais técnicas de CD e analisa a microestrutura de barras de aço inox 316L e Al6061/Sic consolidadas dinamicamente.

CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO PELO CRITÉRIO DO CEB/90

REGINALDO CARNEIRO DA SILVA
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Engenharia Civil
JOSÉ SAMUEL GIONGO
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

Para as vigas de concreto armado analisa-se o critério proposto pelo Código Modelo do "Comité Euro-International du Béton" (CEB), editado em 1990, com relação à verificação das tensões tangenciais oriundas do cisalhamento e ao dimensionamento das armaduras transversais.

O código-modelo sugere a utilização de um modelo de treliça com o ângulo θ de inclinação das bielas escolhido livremente no intervalo $18{,}4^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Deve-se fazer a verificação das forças nos banzos(tracionado e comprimido), nas bielas diagonais e nos montantes tracionados.

Para fins de comparação, apresenta-se também o critério proposto pelo Anexo da NBR 7197, editado em 1989, que altera prescrições da NBR 6118, através da utilização de um modelo simplificado, em que a armadura transversal é calculada pela treliça clássica de Mörsch ($\theta = 45^\circ$), com base em uma tensão de cisalhamento reduzida.

Resultados de alguns exemplos mostram que, em geral, o critério do CEB mostrou-se mais econômico, com relação ao consumo de armadura, do que o proposto pela norma brasileira.

PRODUÇÃO DE PLACAS DE COMPÓSITOS COM MATRIZ METÁLICA

Antonio de Pádua Lima Filho
FEIS/DEM/UNESP
15378 - Ilha Solteira - SP
Odmar Simões Pires - *In Memorian*
CTA/ITA/IEMT
12225 - S.J. Campos - SP

RESUMO

É apresentado um procedimento experimental, para a fabricação da placa do compósito Al-4,5% Cu/arames 0,55mm de Nikrothal-20(Ni-20%, Cr-25% e Fe resto). A liga e o tipo de reforço empregado para a fabricação do compósito, foram escolhidos, pelo fato de que o reforço não apresentou quaisquer dificuldades ao teste de molhamento aplicado. Foi tomada a precaução de controlar o resfriamento do banho metálico, pelo acompanhamento de sua temperatura de tal forma que ocorresse uma solidificação unidirecional. Essa solidificação melhora a qualidade do fundido, uma vez que pode ser admitida como uma interface macroscopicamente plana e quaisquer impurezas deletérias são segregadas para a frente de solidificação. Aliada a solidificação unidirecional, o banho metálico foi desgaseificado e inoculado. A inoculação não só refina o grão com o aumento dos pontos de nucleação, mas também, torna-o equiaxial, diminuindo o comportamento anisotrópico do compósito fundido.

CADASTRAMENTO DE DADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO: A EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ-SP

Heraldo Cavalheiro Navajas Sampaio Campos
geólogo e professor assistente da UNESP-Campus de Guaratinguetá-SP

Sumário

O levantamento e cadastramento de dados sobre o meio físico, lastreados principalmente em trabalhos de campo, possibilita o conhecimento, diagnóstico e síntese das áreas objeto de estudo, que pode ser expressa num documento de utilização prática e generalizada, como por exemplo, uma Carta do Meio Ambiente, concebido como base para o prosseguimento das pesquisas em nível mais avançado e para o planejamento.

Para a consecução destes objetivos, desenvolvem-se simultâneamente múltiplas atividades, destacando-se entre elas o cadastramento de dados.

Adequar e aliar o aprendizado de alunos de engenharia civil, como exemplo, em estudos do meio físico, pode como subproduto das observações e interpretações de dados levantados num "laboratório de campo", contribuir junto ao poder público local.

Alunos do 4º ano de Engenharia Civil da UNESP-Campus de Guaratinguetá, realizaram um trabalho desta natureza, durante as aulas práticas da disciplina de Geologia Aplicada, no primeiro semestre de 1991. A "sala de aula" escolhida, como cenário do meio físico objeto de estudo, foi o Morro do Sucupira ou do Zé Reis, no município de Guaratinguetá-SP. Na primeira fase do levantamento de campo da área estudada, foi realizada uma caracterização geral do "loteamento". Na fase seguinte, um levantamento lote a lote, conforme o roteiro de observações de campo para um mapeamento de risco localizado de movimentação de massa, registrou-se a presença de lixo/entulho, tipo de cultivo, águas servidas em superfície e riscos de deslizamentos.

Recentemente, alunos do 4º ano de Engenharia Civil (1º semestre de 1992), durante as atividades práticas da disciplina de Geologia Aplicada, realizaram um cadastramento de "dados de gabinete", no âmbito dos órgãos e instituições existentes no território municipal, como tentativa de subsidiar uma possível elaboração da Carta do Meio Ambiente de Guaratinguetá-SP. A próxima etapa prevista - com a turma do 4º ano de Engenharia Civil de 1993 - consistirá de trabalhos de campo "strictu sensu", para a atualização e elaboração de um inventário de dados.

EXPLOTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: O CENÁRIO DO MUNICÍPIO DE JACAREÍ-SP

Edilson de Paula Andrade
José Eduardo Campos
geólogos do Departamento de Águas e Energia Elétrica
Heraldo Cavalheiro Navajas Sampaio Campos
geólogo e professor assistente da UNESP-Campus de Guaratinguetá

Sumário

A região Valeparaibana-trecho paulista é uma área de avançada e crescente industrialização, com uma população de cerca de 1.5 milhões de habitantes, apresentando perspectivas ainda maiores de crescimento, visto que se localiza ao longo do eixo Rio-São Paulo, numa das regiões mais desenvolvidas do país.

Na região, os impactos da ocupação urbana e industrial sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos são visíveis e bem caracterizados, traduzindo-se em escassez de água face às demandas, severo grau de poluição, em razão do lançamento de esgotos domésticos e industriais não coletados e não tratados convenientemente e problemas de inundações nas áreas urbanas.

Nas áreas urbanas, já se notam efeitos, de superexplotação das águas subterrâneas, de contaminação por esgotos e disposição de lixo doméstico e rejeitos industriais. As indústrias explotam as águas subterrâneas de forma intensiva e descontrolada, injetando em muitos casos, seus rejeitos no subsolo, por infiltração a partir de lagoas de estocagem, por espalhamento no solo ou por lançamento nos rios, transformando-os em canais de resíduos, alguns deles altamente tóxicos.

A localização do município de Jacareí oferece um privilégio no que se refere à quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis. Evidentemente, a vocação hídrica atual do município é para o uso prioritário dos recursos superficiais, já que o Rio Paraíba na altura de captação do SAAE (Serviço Autônomo de Águas e Esgotos) local ainda é considerado de qualidade satisfatória e do ponto de vista quantitativo não há, a princípio, limitações.

O aproveitamento atual das águas subterrâneas no município, de certa forma desordenado, já começa a apresentar indícios de abatimento do nível d'água, em alguns setores de maior adensamento de poços que explotam o recurso hídrico subterrâneo. Como exemplo, pode ser citado o setor da variante Getúlio Vargas, cujos poços ali assentados possuem vazões da ordem de até 100 m^3/h. Nas décadas de 60 e 70, medições dos níveis d'água nesta área, apontavam profundidades que se encontravam no intervalo de 10 a 20 da superfície; atualmente, as profundidades destes níveis situam-se próximas dos 40 metros.

O ENGENHEIRO E O CÓDIGO DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR

BAZILLI, Roberto Ribeiro
DPD/FEG/UNESP

No Brasil, sempre existiram disposições legais de proteção e defesa do consumidor, de natureza civil, penal administrativa e inclusive de natureza ético-profissional. Contudo, em legislação esparsa e sem considerar a situação vulnerável e mais fraca, via de regra, do consumidor.

Com a Constituição do Brasil de 1988, os direitos do consumidor foram elevados a nível de garantia constitucional, em mais de uma oportunidade.

Em cumprimento a estes mandamentos constitucionais, foi promulgada a Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, *que dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências.*

Nos termos deste código do consumidor, o engenheiro como profissional liberal atua, também, como prestador de serviços, fornecendo-os no mercado de consumo.

Na disciplina da novel legislação o fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação de eventuais danos causados aos consumidores. Adotou o código a teoria da responsabilidade objetiva do fornecedor de serviços.

Apesar desta ser a regra, nos termos do § 4º do artigo 14 do código, a responsabilidade do engenheiro, profissional liberal, será apurada mediante a verificação de culpa. Em todo o código é essa a única exceção ao princípio da responsabilidade objetiva; adotou-se neste caso a teoria da responsabilidade subjetiva, na dependência, pois, eventual responsabilidade da existência cumulativa de dano e da existência de dolo ou culpa. No mais, aplica-se por inteiro a normatização constante do código, inclusive quanto à inversão do ônus da prova.

ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL UNIDIMENSIONAL SEM FRICÇÃO EM DUTOS DE ÁREA CONSTANTE COM TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Luiz Roberto Carrocci
DEN/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

Maurício Guimarães da Silva
Pós-Graduação/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

SUMÁRIO

Um escoamento compressível sem fricção e com troca de calor, estabelecido por pequenas diferenças de temperatura, pode ser considerado reversível. Entretanto é preciso ainda conhecer a distribuição de temperatura ao longo do duto (superfície de controle) para poder integrar a expressão $\int_{sc} \frac{1}{T} \frac{Q}{A} dA$ e analisar escoamentos de gases dessa natureza.

Portanto, algumas simplificações são necessárias para conseguir soluções numéricas, quando ainda se trata de perfis de temperatura unidimensionais. Sem se distanciar do processo real, considera-se o escoamento livre de fricção e com a transferência de calor conduzida por uma diferença de temperatura tão pequena quanto se deseja.

Com as considerações apresentadas, a igualdade $\int \frac{1}{T} \frac{Q}{A} dA \approx \Sigma \frac{Q}{T}$ é considerada válida, quando o fenômeno chocking é evitado.

A análise desse tipo de escoamento é concluída quando os cálculos são feitos com base nas equações de conservação da massa e de quantidade de movimento, auxiliadas pela primeira e segunda lei da termodinâmica.

Finalmente, fazendo a comparação da variação da entropia, solução numérica e solução analítica, verifica-se que a integração numérica é válida e que os desvios são pequenos e proporcionais às variações de entalpia.

A integração numérica é uma importante técnica para analisar escoamentos de gases com perfis de temperatura bidimensionais, o que será desenvolvido no próximo trabalho e que não apresentam possibilidades de solução analítica.

ANÁLISE DE VAZÃO E PERDA DE CARGA NUMA MALHA DE INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO USANDO O MÉTODO DE HARDY-CROSS

Luiz Roberto Carrocci
DEN/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

Eliane Barbosa de Amorim
José André Marin de Camargo
Pós-Graduação/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

SUMÁRIO

O presente trabalho tem como objetivo analisar uma malha de um complexo de quatro salas utilizando um sistema de ar condicionado central.

O escoamento é compressível, isto é, ar refrigerado sendo introduzido nas salas por circuito fechado em forma de malha. As condições ambientais foram consideradas padrões para um escritório dividido em salas de 7m x 5m com 3 pessoas por sala, temperatura operacional de 24ºC com umidade de 50% e velocidade menor de 0,25 m/s no ambiente.

As características de compressibilidade do fluido foram consideradas até certo ponto próximas às de um fluido incompressível, quando levado em conta a baixa velocidade. O método de Hardy-Cross foi utilizado para analisar o escoamento nesse sistema, com modificações adequadas para responder de forma satisfatória a um escoamento compressível.

A perda de carga e o coeficiente de atrito foram calculados por expressões selecionadas e adaptadas para escoamento de ar em tubulações sob pressão, no caso presente Darcy-Waisbach e Colebrook.

Portanto esse trabalho é o início da aplicação do método de Hardy-Cross em escoamento compressível, que posteriormente será desenvolvido para escoamento em altas temperaturas, futuras publicações.

CONVERGÊNCIA DE SEQUÊNCIAS DE ITERADAS DE COMBINAÇÃO CONVEXA DE ITERADAS

Maria Elizabeth Stafuzza Gonçalves
CTA-ITA - Departamento de Matemática
12228-901 - São José dos Campos

RESUMO

Em [1], Petryshyn e Williamson obtiveram resultados de convergência de iteradas para operadores do tipo $\lambda I + (1-\lambda)T$ e aplicando resultados de Singh e Whitfield dados em [2] obtivemos convergência para ponto fixo de iteradas trabalhando com operador $S = \alpha_o I + \alpha_1 T + \ldots \alpha_m T^m$ onde $\alpha_i \geq 0, i = 0,1, \ldots, m$, $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_o + \alpha_1 + \ldots + \alpha_m = 1$, estendendo assim resultados dados em [1]. Para isto trabalhamos com condição (α) dada por " $\exists k \in [0,1[$ tal que $\forall\ x,y \in D, \|Tx - Ty\| \leq \max\{\|x-y\|, \frac{1}{2}\|x-Tx\| + \frac{1}{2}\|y-Ty\|, k\|x-Ty\|, k\|y-Tx\|\}$ " que generaliza vários tipos de não expansividade.

TEOREMA 1. Seja $(X, \|.\|)$ espaço de Banach uniformemente convexo, $D \subset X$ não vazio fechado e convexo e $T: D \to D$ continua tal que (i) T satisfaz à condição (α) (ii) $F(T) \neq \emptyset$, i é, existe $x \in D$ tal que $x=Tx$ (iii) Se $\{y_n\}_{n\geq 1}$ é uma sequência em D tal que $\|(I-S)(y_n)\| \to 0$, $n \to \infty$ então $\lim_{n\to\infty} d(y_n, F(T)) = 0$. Então para cada $x_o \in D$, a sequência $\{S^n x_o\}_{n\geq 1}$ converge para um ponto fixo de S em D.

TEOREMA 2. Nas mesmas condições TEOREMA 1., exceto pela troca da hipótese (iii) por (iv) Existe $x_o \in D$ tal que $\{S^n x_o\}_{n\geq 1}$ contém uma subsequência convergente para $x' \in D$. Prova-se que $\{S^n x_o\}_{n\geq 1}$ converge para $x' \in F(S)$.

BIBLIOGRAFIA [1] Petryshyn, W.V, and Williamson Jr, T.E - Strong and Weak Convergence of the sequence of sucessive Aproximations for Quasi-nonexpansive Mappings, J. Math. Anal. and Appl. 43,459 - 497 (1973). [2] Singh, K.L. and Whitfield, J.H.M - Sequence of Iterates for Nonexpansive type Mappings in Banach Spaces, Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications, 243-260 (1983).

VERIFICAÇÃO DOS ERROS DE TRUNCAMENTO E DE ARREDONDAMENTO NO SISTEMA SALT

Marcelo da Silveira Labre
Sandro de Freitas Valpassos
Alunos de iniciação científica da EE/UFRJ[1]
Humberto Lima Soriano
Professor da EE/UFRJ e da COPPE/UFRJ[2]
Silvio de Souza Lima
Professor da EE/UFRJ

SUMÁRIO

Os erros de truncamento e de arredondamento são inerentes ao computadores digitais e a avaliacão de suas influências em análise automática de estruturas é de grande importância. Neste texto, são mostrados dois procedimentos simples, para esta avaliação, implementados no Sistema SALT desenvolvido na UFRJ. Os resultados numéricos obtidos comprovam a grande utilidade destes procedimentos.

[1]Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[2]Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia

ADAPTAÇÃO DO SISTEMA SALT DE ANÁLISE DE ESTRUTURAS PARA COMPUTADOR DE GRANDE PORTE

Marcelo da Silveira Labre
Sandro de Freitas Valpassos
Alunos de iniciação científica da EE/UFRJ[1]
Humberto Lima Soriano
Professor da EE/UFRJ e da COPPE/UFRJ[2]
Sílvio de Souza Lima
Professor da EE/UFRJ

SUMÁRIO

O Sistema SALT (Sistema de Análise de Estruturas) destina-se à análise estática e dinâmica de estruturas pelo método dos elementos finitos. Idealizado inicialmente como um sistema acadêmico, para treinamento dos alunos, experimentou grande desenvolvimento, tendo se transformado em um sistema com aplicações profissionais. Pioneiro no uso da linguagem Pascal em sistemas de grande porte para estruturas, atualmente está sendo adaptado do ambiente de micro-computador (onde foi originariamente desenvolvido) para "main-frame" (computador de grande porte).

[1]Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[2]Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da UFRJ

A TURBULÊNCIA DA DÉCADA DE 90

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

A década de 90 será um período de grande turbulência, para usar uma expressão de Igor Ansoff.

O historiador francês Jean-Christophe Rufin argumenta que, como um império não consegue subsistir sem o "seu duplo, o inimigo", as potências ocidentais, com o desaparecimento do comunismo, poderão eleger "os bárbaros do Sul" como os novos inimigos e cavar "um abismo equatorial" para defender-se.

Edward Luttwak entende que os novos opositores não serão os "bárbaros do Sul" mas a competição econômica entre os três blocos: América do Norte, Europa e Extremo-Oriente.

Kenichi Ohmae prevê uma "economia interligada num mundo sem fronteiras" onde a tônica estará numa crescente competição internacional.

A globalização da economia mais a Nova Ordem Mundial, que se instalará após o fim da União Soviética, farão uma década de 90 muito diferente da de 80.

É nessa turbulência que a política liberalizante do governo Collor lançou o Brasil. A consequência que nos interessa é o aumento da competição internacional, pois ela reflete-se na competição dentro das fronteiras nacionais.

* * *

COMPETIÇÃO EM PREÇO

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

A empresa pode competir em preço do produto. É uma das mais antigas e das mais estudadas formas de competição. Consiste numa estratégia de participação de mercado.

A teoria da estratégia empresarial é mais adequada do que a teoria microeconômica para fixar preço, pois enfoca a concorrência.

Mas, quem deseja concorrer em preço não pode negligenciar a diferenciação do produto ou do serviço.

A recessão econômica tem sido a principal causa de uma profunda modificação no comportamento do consumidor: o preço passa a ser o fator decisivo na compra. No Brasil, nos Estados Unidos e em muitos outros países, há indícios de que a era do consumismo foi substituída pela era de consciência de custo.

Portanto, a empresa precisa aumentar significativamente sua produtividade para poder diminuir o preço de seus produtos. Para tornar-se competitiva, necessita reduzir seus preços em 30%; entretanto, se o produto apresentar aspectos diferenciados que satisfaçam o comprador, uma redução de 10% a 15% já lhe dará competitividade. Mas, ressalte-se que guerra de preços pode ser desastrosa para todo o ramo industrial em que operam as empresas competidoras.

Competir em custo de produção é diferente do que competir em preço, pois o objetivo passa a ser reduzir custo sem deprimir a margem de lucro. Nesta estratégia, a empresa, mais fortemente capitalizada, terá recursos financeiros para investir na diferenciação dos produtos ou serviços e atingir uma posição imbatível.

* * *

COMPETIÇÃO EM PRODUTO

JOSé CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

Quatro são os principais campos de competição relacionados ao produto nos quais a indústria metalmecânica brasileira pode concorrer:

1. competição em projeto do produto;
2. competição em qualidade do produto;
3. competição em variedade de modelos; e
4. competição em novos modelos.

O produto deve criar valor para o consumidor. E as estratégias devem ser definidas em função do cliente em potencial. Por que raros são os produtos globais - a não ser os produtos de alto luxo (bolsas Gucci, automóveis Rolls-Royce) e os eletrônicos a bateria. Os produtos devem ser projetados sob as luzes da Engenharia do Valor, e a equipe do projeto deve ser estruturada segundo o conceito da "Concurrent Engineering". Algumas indústrias já estão ingressando numa "segunda fase da qualidade", produzindo produtos que sejam mais confiáveis, que fascinem, que encantem, que deliciem, enfim, que tenham personalidade. Contribue para isto, o novo conceito de "design".

Competir em variedade de modelos é uma estratégia que está ganhando força. Já foi utilizada no passado, mas vinha sendo abandonada em prol da maior automação das fábricas e em prol da redução de custo.

Competir em novos produtos ou modelos é mais complicado do que em variedade de modelos. Mas sua importância cresce. A indústria automobilística lança em média um modelo novo a cada 27 meses no Japão; a cada 45 meses nos Estados Unidos; a cada 52 meses na Europa; e a cada 138 meses no Brasil.

* * *

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

Várias razões tornam imperioso que a empresa reflita seriamente sobre as consequências do desenvolvimento sustentável: sua imagem perante a opinião pública, novos custos dele decorrentes, novas oportunidades de negócios, a desvalorização do ativo daquelas que dele descuidarem, barreiras que em seu nome surgem no comércio internacional, etc.

Como afirma Márcio Fortes [1, 1991], "O desenvolvimento sustentável representa uma nova ordem econômica e social. Ele vai muito além da mera preocupação com o combate à poluição: é o processo pelo qual satisfaremos as necessidades das populações atuais sem pôr em risco as das gerações futuras. Ele é a melhor resposta a duas perguntas. Como alcançar um desenvolvimento duradouro sem exaurir nossos recursos naturais? Como legar aos nossos descendentes um habitat tal que eles possam continuar melhorando sempre suas condições de vida?

O desenvolvimento sustentável propõe-se a resolver a antiga dicotomia crescimento econômico versus melhoria de qualidade de vida. Fábricas "com chaminés fumacentas" perdem valor e podem ser fechadas; outras, como a fábrica de motores diesel da Ford em São Bernardo do Campo, são fechadas por que seus produtos tornaram-se ambientalmente inviáveis.

O gerenciamento ambiental é conceito já adotado por inúmeras empresas industriais, proporcionando economias antes insuspeitáveis.

É crescente a preocupação com a possibilidade da utilização de normas para a proteção ambiental como barreiras ao comércio internacional, mesmo sendo condenadas pelo GATT.

* * *

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
TRÊS RECOMENDAÇÕES RELATIVAS AOAMBIENTE INTERNO DA EMPRESA

JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

A turbulência da década de 90, abordada em outro artigo deste Seminário, impõe diversas alterações no processo de planejamento estratégico das empresas, tanto na análise do ambiente externo como na do interno, assim como na metodologia. Aqui trataremos de apenas três modificações relativas ao ambiente interno da empresa:

1. dar proeminência à manufatura;
2. encarar a mão-de-obra como custo fixo; e
3. buscar ganhos expressivos;

Se no passado as áreas financeira e mercadológica dominavam o planejamento estratégico, na década de 90 a manufatura passará a ter papel predominante, pois é só na manufatura que a empresa conseguirá adquirir a necessária agilidade competitiva para vencer.

Duas razões nos levam a propor que a mão-de-obra passe a ser encarada como custo fixo. Primeira porque somente com estabilidade no emprego obter-se-á um ambiente participativo. Segunda porque, tratando-a como despesa variável, o gerente preocupar-se-á em reduzir a despesa com pessoal; tratando-a como despesa fixa, preocupar-se-á em aumentar as vendas para amortizá-la, e esta mudança é fundamental.

Sem alcançar ganhos expressivos, a indústria nacional não adquirirá competitividade internacional. Em produtividade, aumentos de 100% são perfeitamente factíveis. O sucesso da indústria européia em obter melhoramentos na qualidade, produtividade, tempo de fabricação e prazo de lançamento de novos produtos servir de estímulo.

* * *

RECURSOS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA APLICADOS AO ENSINO - UM DESAFIO

Hilda M. Clauzet F. de Mello
Grupo de Computação Gráfica
Faculdade de Tecnologia de São Paulo
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

RESUMO

O trabalho relata a experiência de um grupo de professores que a partir de recursos existentes, disponíveis na Instituição, introduz a computação gráfica no ensino tecnológico. O artigo expõe desde a aquisição de capacitação inicial por parte dos professores, num período de tempo relativamente curto, até a transferência da tecnologia específica através do ensino, mostrando os resultados obtidos com a implantação de Sistema CAE/CAD em disciplinas técnicas curriculares e expõe planos futuros de utilização da computação gráfica como recurso didático.

MODELAGEM DE TRANSFORMADORES PARA ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS NO EMTP

IZAEL PEREIRA DA SILVA
Doutorando - EPUSP
AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
Prof. Associado - EPUSP

RESUMO

O objetivo principal deste artigo é analisar detalhes de modelagem de transformadores no EMTP comparando alguns modelos com os testes de campo feitos sobre uma unidade de 30 KVA, 220/127 V. trifásico, núcleo "core-type". Estuda-se o comportamento do transformador sob transitórios do tipo corrente de inrush.

Modelagem de transformadores no EMTP

O EMTP possui atualmente, na versão M39 três tipos de modelos de transformadores trifásicos com núcleo "core-type" que são:Saturable Three Phase Transformer, TRELEG e BCTRAN.

As quatro características fundamentais para obtenção de um bom modelo são : perdas no cobre, perdas no ferro, fluxo de dispersão e característica magnética do núcleo. No caso do núcleo "core-type", há um dado adicional que é a característica do fluxo de sequência zero que se fecha pelo ar mais tanque e que é diferente da de sequência (+). Este valor se obtem curto-circuitando os terminais X1, X2, X3 do transformador e, entre este ponto e o terminal X0, conseguir um ponto VxI pois esta característica é linear. O primário deve estar aberto para evitar o contra-fluxo.

As resistências dos enrolamentos e as reatâncias de dispersão são obtidas pelos testes de curto-circuito e medições. Os testes de excitação de sequência zero e positiva nos dão as perdas no ferro(Foucault e Histerese); Finalmente a curva de magnetização se obtém submetendo os resultados da excitação à rotina CONVERT do EMTP.

Com estes dados montamos o modelo THREE PHASE TRANSFORMER. O resultado da modelagem pode ser visto na figura abaixo onde comparamos o transitório obtido em testes de campo com o modelo.

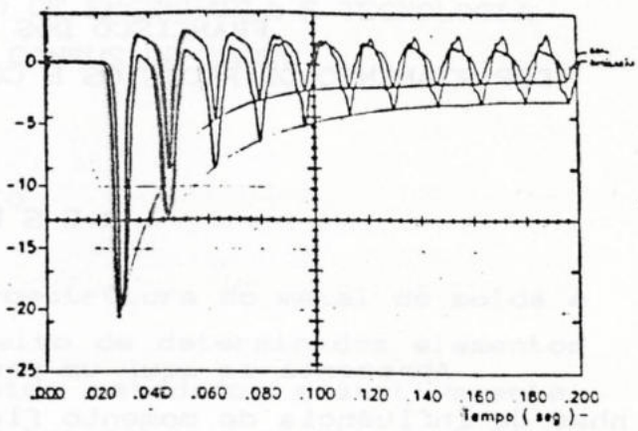


Figura 1: Comparação entre valores de campo e simulação

Conclusões

Os resultados obtidos com o uso do modelo THREE PHASE TRANSFORMER foram bastante adequados aos valores medidos em campo , como pode-se verificar pelos gráficos comparativos.(figura 1)

A conclusão final a que se chega é que o EMTP, atualmente usado em larga escala nos estudos de transmissão, também poderia ser utilizado nos estudos corriqueiros de distribuição em função de seu baixo custo, facilidade de montar um banco de dados com os principais modelos e de seus resultados bastante próximos aos valores de campo.

Referência Bibliográfica

[7]SILVA, I.P. Modelagem de Transformadores para Estudos de Transitórios no EMTP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Depto de Energia e Automação Elétricas. Dissertação de Mestrado, 126p, 1992.

ESTUDO DE LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTO FLETOR EM VIGAS CONTINUAS UTILIZANDO ANALISE MATRICIAL DE ESTRUTURAS

ANTONIO WANDERLEY TERNI
FRANCISCO DOS SANTOS ROCHA
DEPARTAMENTO DE PROJETOS E CONSTRUÇÃO CIVIL - FEG/UNESP

R E S U M O

Apresenta-se aqui um procedimento para obtenção de linhas de influência de momento fletor em vigas contínuas, utilizando os conceitos da análise matricial e da função de interpolação de Lagrange. Determina-se em seções pré-estabelecidas ao longo da viga, os valores dos momentos fletores provenientes da carga unitária numa certa seção. O processo se repete até a carga assumir todas as posições referentes àquelas seções. Com esses valores, aplica-se a função de Lagrange para elaborar as linhas de influência e obter os coeficientes de influência para a seção desejada.

A B S T R A C T

It shows here a way to obtain influence lines of bending moment for continous beam, using matrix methods and Lagrange function interpolation. In each section previously defined, are determined the values of bending moments provenient of unit load. The procedure repeats until the load croos over all sections. Therefore, the influence line can be resolved.

INFLUÊNCIA DO $CaCO_3$ E CaF_2 NA MICROESTRUTURA DO CORDÃO DE SOLDA

CARLOS EDUARDO SEGAMARCHI
ALUNO DE GRADUAÇÃO DA FET - UNESP - CAMPUS DE BAURU
YUKIO KOBAYASHI
PROFESSOR MESTRE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA MECÂNICA DA UNESP - CAMPUS DE BAURU

SUMÁRIO

O desenvolvimento da microestrutura do metal de solda é um processo muito complexo, e o efeito de determinados elementos químicos do metal de solda tem sido estudados exaustivamente. Entretanto, poucas informações se tem sobre o efeito do $CaCO_3$ e CaF_2 sobre a microestrutura da solda. Para este estudo foram utilizados eletrodos experimentais com variações sistemáticas de $CaCO_3$ e CaF_2 no revestimento e chapa de aço ao carbono ABNT 1020.

Observou-se que o $CaCO_3$ aumenta a energia introduzida na poça de fusão e a quantidade de ferrita poligonal, sendo também notada que a ação do CaF_2 é muito menor que a ação do $CaCO_3$.

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA DE MODELOS DE ESTACAS INSTRUMENTADOS COM STRAIN GAGES

ADRIANO SOUZA
Professor - FEIS/UNESP

SUMÁRIO

Apresenta-se neste trabalho a análise de provas de carga verticais instrumentadas, em profundidade, sobre três modelos de estacas escavadas com 1.80 metros de comprimento e 0.12, 0.15 e 0.20 metros de diâmetro, respectivamente.

Instrumentou-se devidamente os modelos de estacas, de forma a possibilitarem a separação da carga aplicada no topo dos modelos em suas parcelas de atrito lateral e resistência de ponta. Para tal, utilizou-se relógios comparadores no topo dos modelos e extensômetros de resistência elétrica ("strain gages") ao longo dos mesmos.

Os ensaios foram realizados no Campo de Provas de Carga da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

UMA ABORDAGEM DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO ATRAVÉS DE REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS

EVANDRO G. ROMANINI CARLOS R. MINUSSI

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Departamento de Engenharia Elétrica
Campus de Ilha Solteira

SUMÁRIO

Redes Neuronais Artificiais (RNA) são arquiteturas em "hardware" e / ou "software" inspiradas no mecanismo de funcionamento do cérebro humano, sendo portanto, dotadas de aprendizado, reconhecimento de padrão, memória associativa, entre outras funções especializadas. As aplicações estão ocorrendo em todos os campos do conhecimento e visam resolver problemas de difícil solução através da arquitetura convencional de computação (Von Neumann), por exemplo, visão artificial, memória endereçada por conteúdo, controle em tempo real, otimização combinatória, diagnósticos médicos, etc. As RNA são arranjos complexos de elementos de processamentos ("neurônios") dispostos em paralelo.

Este trabalho tem por objetivo o estudo e implementação, em computador tipo IBM PC-XT / PC-AT, de uma Rede Neuronal Artificial para reconhecimento de padrão. Os padrões abordados correspondem à imagens digitalizadas em 30 pontos (áreas), distribuídos em 05 linhas e 06 colunas. Este número pode ser aumentado, se necessário. A rede adotada corresponde a arquitetura ADALINE, cujo aprendizado é efetivado utilizando-se a técnica Widrow-Hoff (mínimos quadrados). Vários exemplos foram desenvolvidos, em destaque, o reconhecimento de letras do alfabeto romano.

ESTUDOS HIDRODINÂMICOS EM UMA COLUNA PULSADA DE DISCOS PERFURADOS

Elias B. Tambourgi*, João A.F.R. Pereira* e Luiz M.N. de Góes**.
UNICAMP/FEQ/DESQ*
Escola Politécnica - Univ. Federal da Bahia**

RESUMO

Os processos mais tradicionais de separação líquido-líquido tem merecido uma intensiva revisão nos últimos anos. Na década de 80, ocorreu um efetivo estudo de destilação, tendo em vista principalmente aspectos energéticos. A extração por solvente tem sido apontada como sendo uma alternativa a muitos processos convencionais de separação. Uma série de novos equipamentos tem sido testada, principalmente na determinação de condições hidrodinâmicas e de operação, visando o projeto dos mesmos. O objetivo deste trabalho é, utilizando-se uma coluna pulsada de discos perfurados e empregando-se métodos experimentais de determinação de perfis de concentração na coluna, realizar estudos qualitativos da dispersão axial na coluna, de importância no estabelecimento das condições hodrodinâmicas deste tipo de equipamento.

Os resultados encontrados demonstram que quando a frequência de agitação é aumentada, as curvas de distribuição de tempos de residência tendem ao comportamento de maior mistura, enquanto que o inverso acontece, ou seja, a frequência é reduzida, as curvas tendem ao modelo empistonado ("plug-flow"). Este fato foi observado também para todas as faixas de vazão estudadas. Verifica-se também que quanto mais alto for esta vazão mais rápido o pulso do do traçador será formado, pouco influenciando no comportamento de mistura do equipamento.

UM MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO INCORPORANDO O CONCEITO DE "SIMULATED ANNEALING".

GLEN PEACH KARL HEINZ KIENITZ
INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA

RESUMO EXTENDIDO

Tendo em vista a *maximização global* de funções de várias variáveis, que apresentem diversos pontos de *máximos locais*, foi proposto um novo método de determinação de máximos globais. Este novo algoritimo faz a pesquisa e determinação destes pontos através de um método de procura que reúne as características de três outros métodos utilizados em problemas semelhantes. São eles: "Simulated annealing"[1], Método de Hooke-Jeeves [2] e Busca de Fibonacci[2].

As características de cada um destes métodos formam uma estratégia conjunta, cada qual utilizado na área de sua melhor atuação, de modo a conseguir o resultado desejado com a maior certeza possivel da determinição do máximo "absoluto" e com um mínimo de cálculos da função em questão, evitando períodos muito longos de utilização do computador.

Basicamente a técnica de "Simulated Annealing" é utilizada para a busca aleatória de novas regiões do campo de definição da função, enquanto que o Método de Hooke-Jeeves procura, através de pontos já determinados, estimar um novo ponto que se aproxime do ponto de máximo, e, por fim, o método de Busca de Fibonacci efetua o refinamento do ponto encontrado.

As garantias de sucesso do método implementado são de natureza probabilística.

OTIMIZAÇÃO DE CONTROLADORES DE POUSO COM DESEMPENHO DEFINIDO UTILIZANDO "FUZZY SETS".

GLEN PEACH KARL HEINZ KIENITZ
INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA

RESUMO EXTENDIDO

Objetivando tornar o mais próximo possível da prática as especificações desejadas para o desempenho de controladores, utiliza-se a teoria de "Fuzzy Sets"[1] (conjuntos difusos) para a determinação das funções matemáticas que fornecem um valor correspondente ao grau de aproximação do comportamento desejado. Na definição deste comportamento para um determinado sistema de controle é muito comum encontrarmos definições tais como : "razoavelmente rápido", "pequenas variações", "pequeno sobressinal", "grande estabilidade", etc. Como se pode perceber por estas expressões, a característica principal é a falta de uma fronteira exata que permita definir como uma determinada situação se encaixa nestas especificações ou não. Baseado nesta maneira comum de definir condições desejadas para um fim específico, foi desenvolvida a teoria dos conjuntos difusos, que formula matematicamente uma graduação de pertinência de uma determinada situação às condições especificadas de forma prática e informal.

Este procedimento é utilizado na otimização de um controlador de pouso de uma aeronave convencional na sua fase final para pouso (arredondamento e toque no solo)[2]. Para efetuar a otimização é utilizado um algoritmo de maximização global baseado no método de "Simulated Annealing"[3].

Sistema de Planejamento de Tarefas para Manipuladores Robóticos Dotados de Visão

Walter Fetter Lages e Elder Moreira Hemerly

Instituto Tecnológico de Aeronáutica CTA - ITA - IEEE

12228-900 - São José dos Campos - SP

Este trabalho propõe um ambiente para supervisão e controle de manipuladores robóticos dotados de visão. A inclusão do sinal de realimentação visual eleva a autonomia do manipulador e possibita a realização de tarefas complexas. É utilizado um sistema especialista para a supervisão do sistema, constituindo uma interface de alto nível com o usuário, via programação por objetivos. O controle de juntas utiliza técnicas de controle adaptativo, devido à dinâmica não-linear do manipulador e ao fato de que o subsistema de aquisição de imagens possui parâmetros não bem conhecidos.

A complexidade do sistema mostrado na Fig. 1 sugere que os diversos subsistemas sejam analisados, implementados e testados de forma independente, pois a integração de destes implica a compatibilização de vários recursos de *hardware* e *software*.

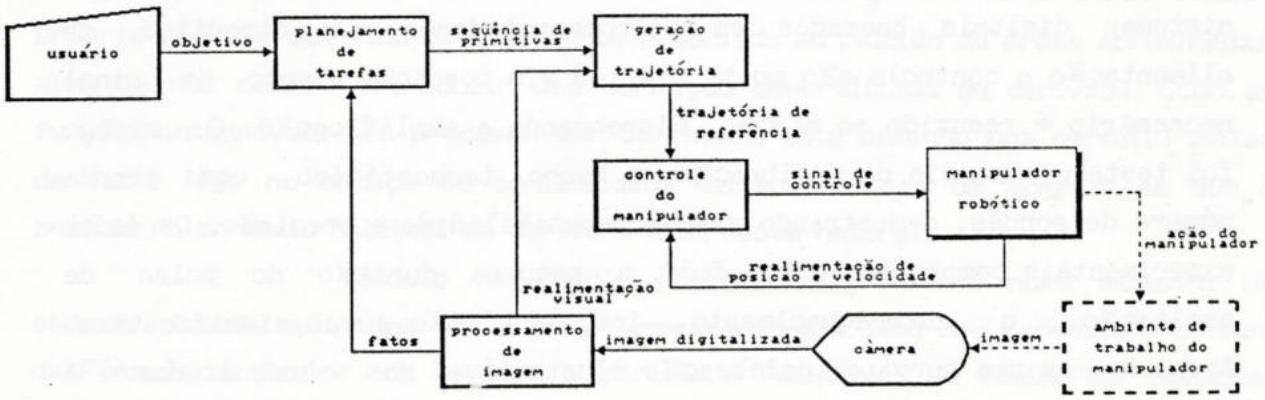


Fig. 1 - Sistema de Supervisão e Controle do Manipulador.

O *hardware* básico é composto por um computador 80386SX, com co-processador 80387SX, a 25 MHz, atuando como *host* para um *pipelined microprocessor* i860 a 33 MHz, uma placa de aquisição de imagens DT2851-60, com resolução de 512x480 pixels x 256 níveis de cinza e placas de conversão AD-DA com resolução de 12 bits DT2812-A, ambas acionadas por rotinas escritas em linguagem Assembly 8086.

Agradecimentos: À FAPESP pelo suporte financeiro via proc. 91/4094-9.

AQUISIÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA COM TERMISTORES NTC: UM ESQUEMA DE CONDICIONAMENTO MINIMO DO SINAL BASEADO EM PULSOS DE ALTA CORRENTE

Milton Dall´Aglio Sobrinho
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP

RESUMO

Os termistores proporcionam medições de temperatura simples e de grande sensibilidade, requerendo apenas um ohmímetro com resolução adequada. Para uso em sistemas de aquisição digitais, entretanto, são necessários condicionadores de sinal para alimentar os sensores com pequenas correntes de excitação e amplificar o sinal até níveis adequados ao conversor A/D. Neste trabalho apresenta-se uma metodologia para medição com pulsos de alta corrente, adequada ao emprego em sistemas digitais baseados em microcomputadores. Os circuitos de alimentação e controle são muito simples e o condicionamento de sinal necessário é reduzido ao mínimo, dispensando a amplificação. O método foi testado por meio de calibração em banho termostático, com grande número de sondas, demostrando grande repetibilidade e precisão. Os dados experimentais comprovam que, dada a pequena duração do pulso de excitação, o auto-aquecimento induzido não é significativo. Apresenta-se uma curva de calibração ilustrativa dos resultados. A resolução obtida com conversor A/D de 8 bits foi de 0,1°C a 17°C, diminuindo para 0,3°C a 42°C. Este resultado pode ser melhorado, entretanto, com o uso de conversores A/D de maior resolução.

CÁLCULO COM APOIO COMPUTACIONAL

Tarcisio Praciano Pereira

Departmento de Matemática
Universidade Estadual de Maringá
Maringá - Pr

R E S U M O:

Neste artigo relatamos o resultado de cerca de cinco anos de experiências e trabalhos voltados para uma outra apresentação do Cálculo Diferencial e Integral procurando atender aos seguintes objetivos: (1) introduzir no ensino de Matemática o uso de laboratório com a perspectiva experimental como existe em Física ou Química, (2) resgatar o conteúdo do Cálculo que se encontra fortemente defasado do contexto vivo da Matemática.

Algumas descobertas vieram naturalmente: O critério de Cauchy se revelou uma ferramenta prática que permite definir limite aproximado e este torna fácil a demonstração das propriedades do limite. Integral, como consequência do estudo de sucessões e séries, adquire nova vida e personalidade própria uma vez que fica imediatamente associada ao cálculo de áreas aproximadas, além de nos permitr introduzir uma definição generalizada de derivada. Como as funções integráveis não precisam ser contínuas, este caminho nos permitiu evitar de falar logo no começo de continuidade deixando-a para um momento em que a análise do conceito habitual de derivada a tornasse natural.

Cálculo com apoio computacional implica numa mudança de atitude: objetos aplicados tem que ser computacionais. Isto nos conduziu a crítica da Fórmula de Taylor nos levando a introduzir Polinômios de Taylor por pedaços. Depois vieram Splines, Polinômios Trigonométricos ficando o caminho aberto para falarmos de aproximação de funções: Análise Funcional, ou Cálculo Funcional...

Não se deve esperar, entretanto, encontrar aqui a solução nem mesmo para os problemas enumerados acima. O que estamos trazendo é a descrição de erros e acertos que nos levaram a algumas conclusões que julgamos maduras para torná-las públicas e desejosos de dividí-las com outros colegas.

ANTE-PROJETO DE UM MECANISMO TROCADOR DE GARRAS ROBÓTICAS EXCLUSIVAMENTE MECÂNICO

Emilio Eiji Kavamura e Luís Gonzaga Trabasso.
CTA - ITA - IEM - IEMP
12228-900 - São José dos Campos - S.P.

SUMÁRIO

A possibilidade de um robô usar diferentes garras ou ferramentas é uma característica altamente desejável nos sistemas de produção automatizados. Para tanto se faz necessário o acoplamento de um mecanismo trocador de garras à parte terminal do robô. Um trocador de garras é constituído de duas partes principais: uma superior, que permanece fixa ao robô e várias partes inferiores, móveis, às quais se fixam as garras necessárias para uma dada aplicação. As partes inferiores podem ser acopladas e desacopladas à parte superior através de mecanismos de travamento. O contato entre as partes do trocador deve assegurar o fluxo pneumático, elétrico e de sinais entre o robô e a garra.

Este trabalho apresenta o ante-projeto de um trocador de garras cuja característica principal é o travamento exclusivamente mecânico entre as partes do trocador. Esta característica o diferencia dos tipos de trocadores mais comuns que possuem travamento pneumático. A principal vantagem do travamento mecânico é que a garra irá permancer sempre conectada ao robô, mesmo se houver falha na alimentação elétrica ou pneumática. Uma outra característica importante é que ele possui um volume pequeno quando comparado aos pneumáticos/elétricos. O trocador projetado oferece a possibilidade de implementação de até seis portes pneumáticos e 54 contatos elétricos uma vez estes são modulares e intercambiáveis. Um primeiro protótipo do trocador foi construído e os testes realizados com o sistema de travamento e com o estabelecimento do fluxo pneumático/elétrico foram considerados satisfatórios.

DESENVOLVIMENTO DE UM CABEÇOTE PARA A FIXAÇÃO DE PEÇAS POR MEIO DE VÁCUO

LUIS ALFREDO CAPPI - FET UNESP-Campus de Bauru
EDUARDO CARLOS BIANCHI - FET UNESP-Campus de Bauru

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um cabeçote de fixação à vácuo, equipado com mancais aerostáticos, sendo utilizado em máquinas de ultra precisão onde os componentes são usinados com ferramenta diamantada. A fixação de componentes de precisão em placas normalmente acarreta tensões devido a força de aperto. Estas tensões vêm a provocar erros de tolerância geométrica e dimensional. Com o objetivo de se fixar componentes de precisão com o mínimo de erros , foi desenvolvido um cabeçote equipado com mancais aerostáticos (axial e radial), onde uma placa fixa os componentes por meio de vácuo.

Assim tem-se deformação nula no componente e os mancais garantem a alta-precisão. Este tipo de fixação é usualmente utilizado em tornos de ultra-precisão e a ferramenta utilizada para a usinagem é diamantada.

VALIDAÇÃO DE PADRÕES DE PRODUÇÃO OBTIDOS A PARTIR DE APONTAMENTOS DE MÃO DE-OBRA

JOSÉ LUIZ CONTADOR e JOSÉ CELSO CONTADOR
Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá

SUMÁRIO

Contador e Contador (1992) propõem uma nova técnica para determinação de padrões de produção a partir de tratamento estatístico dos dados extraídos dos apontamentos de mão-de-obra.

As situações nas quais essa técnica é aplicada (não existência de métodos de trabalhos padronizados) podem vir a exigir um processo interativo com a administração da produção com vistas a reduzir a variabilidade da eficiência de mão-de-obra, para então se fixar o padrão para a operação.

Assim, a determinação de padrões pela técnica sugerida por Contador e Contador, 1992, prevê os seguintes passos:(1) levantamento inicial de dados e fixação de padrões provisórios; (2) atuação da administração para reduzir a variabilidade da eficiência da mão-de-obra através da divulgação do padrão provisório e de contínua supervisão; (3) análise continuada de dados dos apontamentos e alteração dos padrões, quando justificada; e (4) o retorno ao passo 2.

Neste trabalho, fornece-se uma metodologia para esse processo contínuo de reanálise do padrão da operação e sugere-se um critério de parada, quando então os padrões estarão validados. O processo de validação baseia-se na análise de quatro parâmetros relacionados com a consistência e a confiabilidade da variável aleatória "produção por unidade de tempo", extraída dos dados de apontamentos.

CONTADOR, J.L. e CONTADOR, J.C. Padrões de Produção a Partir de Apontamentos de Mão-de-Obra. XII Seminário de Ciências Exatas e Engenharias (em análise). Guaratinguetá, nov., 1992.

ANÁLISE DO ESCOAMENTO DE UM MEIO GRANULAR DEVIDO AO FLUXO DE UM FLUIDO

Gisele Maria Ribeiro Vieira, Eng.
Darcy das Neves Nobre, D. Sc.
Francesco Scofano Neto, D. Sc.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
Praça General Tibúrcio 80
Praia Vermelha - R.J.
CEP 22.290

SUMÁRIO

O estudo de materiais granulares contribui para a solução de vários problemas na engenharia, uma vez que estes materiais estão associados a operações de secagem, transporte hidráulico e pneumático de partículas, fluidização, entre outras.

Este trabalho emprega o ponto de vista contínuo e, baseando-se na teoria de Goodman e Cowin[1], faz um estudo teórico do escoamento de um meio granular induzido pelo arrasto superficial de um fluido. O objetivo principal do trabalho é a obtenção e análise dos perfis da fração de sólido, da velocidade e do fluxo de massa do escoamento em questão.

O sistema consiste de uma gama infinita de material granular, de espessura δ, sujeito à ação da força da gravidade e ao arrasto de um fluido. Os grânulos que constituem o material granular são incompressíveis e o escoamento se dá em regime permanente. Os resultados são apresentados através de gráficos e discutidos.

|1|-Goodman, M. A. & Cowin, S. C., A continuun theory for granular materials. Arch. Mech. Anal. 1972, Vol. 44(4), 249-266.

PLACA DE CONTROLE E TRANSFERÊNCIA DE DADOS PARA SISTEMAS DE SUPERVISÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Prof. CLAUDIO DA ROCHA BRITO
RICARDO CASTILLO MOLINA
OZEAS VIEIRA SANTANA FILHO
FERNANDO RODRIGUES SANTANA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP.
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

DORIVAL JORGE FARIAS

Setor de Instrumentação e Eletrônica - PETROBRÁS

SUMÁRIO

Este trabalho faz algumas considerações sobre a placa de controle e transferência de dados (PCTD) utilizada em sistemas de supervisão de processos industriais baseados em microcomputadores da linha IBM PC, que está sendo desenvolvido, por engenheirandos nas dependências da Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão - RPBC sob a supervisão de um professor da Escola Politécnica da USP.

A PCTD é baseada em microprocessador de 8 bits (CPU Z80 A) com interface serial assíncrona com protocolo de comunicação SDLC (Z80 SIO-2) e um buffer de 1 Kbyte, a mesma dimensão do buffer das estações remotas. Seu funcionamento consiste em solicitar, periodicamente, as variáveis de processo lidas por cada remota. Assim que completar a transferência das 256 variáveis (1 Kbyte), invoca o DMA do PC, para que este transfira os dados para a memória do micro.

Esta solução permite que o custo (tempo) da leitura de variáveis seja praticamente desprezível, liberando o sistema IBM PC para a execução dos programas de Interface Homem-Máquina.

TESTES DE SOFTWARE - O MÉTODO DA CAIXA BRANCA MODIFICADO

Prof. CLAUDIO DA ROCHA BRITO
ALEXANDRE FERNANDES DE MORAES
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

SUMÁRIO:

Este artigo propõe a criação de um método de caixa branca modificado, este novo método de teste tem o seu custo bem menor do que o da caixa branca tradicional, e pretende atingir uma faixa de software onde um pequeno erro não gere grandes desastres e possa ser facilmente solucionado.

A eficácia do novo método apresentado é superior à do tradicional e pretende atingir o mercado de softwares leves, ou seja, os softwares menores.

O novo método se encaixa perfeitamente em todo processo habitual do desenvolvimento do software. Na verdade ele ocupa o lugar destinado ao **TESTE DA CAIXA BRANCA** tradicional.

A nova metodologia tem fundamentos nos princípios básicos da engenharia, minimizando os custos com o teste e conseqüentemente maximizando os lucros.

Uma análise preliminar revelou que o método pode gerar, em média, uma economia de 30 % sobre o método tradicional, com a relevante constatação de que o método se baseia muito mais em fundamentos práticos do que teóricos.

A aplicabilidade do teste depende de profissional habilitado para a sua realização. Ele deve ter como requisito essencial o conhecimento de toda a estrutura do programa, sabendo o que cada módulo deve executar, e, conseqüentemente, conhecer todo o domínio de entradas e saídas dos módulos a serem testados.

SIMULADOR DE MULTIPROCESSAMENTO

Prof. CLAUDIO DA ROCHA BRITO
JUSTO CARLOS DE FRANCISCO GARCIA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

SUMÁRIO.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o projeto de um simulador de sistemas multiprocessadores de tarefas. O seu desenvolvimento foi realizado com vários tipos abstratos de dados, entre estes, temos árvores parcialmente ordenadas para gerenciamento da utilização de impressoras.

A arquitetura básica do sistema multiprocessador que propomos para simulação é composto por 2 filas de entrada, 1 fila de processamento, 1 unidade central de processamento (CPU), 1 fila de impressão e 2 impressoras.

Através dos resultados obtidos no final da simulação, consistindo-se em médias, podemos avaliar diversos dispositivos do sistema, observando assim as possíveis deficiências para que sejam tratadas. Estas deficiências podem ser corrigidas mudando-se alguns atributos, como por exemplo, a substituição de uma impressora por outra de maior velocidade ou até mesmo com mudanças nos critérios do gerenciador de impressoras. Após a correção de alguns fatores e colocando novamente o sistema para uma simulação pode ser encontrado mais facilmente um ponto em que o custo x desempenho seja satisfatório.

O ponto forte do programa está no gerenciador de impressoras. Este é constituído de uma árvore parcialmente ordenada, contendo o número de linhas a serem impressas, duplamente ligada a uma fila contendo os elementos por ordem de chegada.

CRIPTÓGRAFO DIGITAL

Prof. CLAUDIO DA ROCHA BRITO
ALEXANDRE FERNANDES DE MORAES
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

SUMÁRIO:

Este trabalho tem como objetivo levantar alguns aspectos da criptografia em sistemas de computação e redes de computadores, mostrando um projeto de um criptógrafo digital de uso geral, podendo ser utilizado para uma única via de comunicação ou para várias como no caso de redes.

O nosso aparelho tem fundamentos nos sistemas criptográficos, que são amplamente utilizados quando desejamos manter sigilo das informações enviadas entre o emissor e o receptor qualificado.

Este projeto é voltado para a utilização em microcomputadores, especialmente o IBM-PC, o que viabiliza a sua produção em vista da grande rede instalada em todo o país e a necessidade do mercado de aparelhagem nacional de alto nível, principalmente na área bancária, onde um espião pode causar grandes prejuízos.

O aparelho permite ainda aos usuários a criação de terminais VIP's na rede, podendo com isto transmitir mensagens criptografadas apenas para estes terminais, o que facilita muito a distribuição de mensagens para grupos de usuários.

O sistema possui um meio de autenticação por repetição de endereços, o que impede mais ainda a ação de espiões na linha. Estes endereços são repetidos a cada cinco mensagens transmitidas.

ANALISE DO INVERSOR FONTE DE CORRENTE ALIMENTANDO UM MOTOR DE INDUCAO TRIFASICO

Hassan Youssef Ayoub
UNESP - ILHA SOLTEIRA

Jocélio Souza de Sá
EFEI - ITAJUBÁ

SUMÁRIO

A maior parte dos processos industriais requerem a utilização de acionamentos de velocidades variáveis. Inúmeros são os beneficios obtidos quando se utiliza um motor elétrico. Existem motores que são mais adequados para se proceder o controle de velocidade, como é o caso do motor de corrente contínua. Apesar da relativa facilidade de se controlar a velocidade do motor de corrente continua, dificuldades associadas a custos, manutenção, etc., fizeram com que as atenções voltassem para o controle de velocidade do motor de indução trifásico, dado a sua simplicidade de construção, robustez, confiabilidade e baixo preço. Entretanto, somente nos anos 60, com o advento do tiristor e com o consequente surgimento dos conversores estáticos, os acionamentos de velocidades variáveis utilizando-se de motores de indução trifásicos ganharam novas pespectivas e são, atualmente, largamente utilizados.

Neste sentido, este trabalho descreve o comportamento do inversor fonte de corrente alimentando um motor de indução trifásico. Um modelo para o motor de indução trifásico alimentado por formas de ondas de correntes não senoidais é também desenvolvido a partir do circuito equivalente convencional do motor sendo, portanto, facilmente obtido através de dados de catálogos de fabricantes.

COMPONENTES CONTÍNUAS DE CORRENTES NOS SISTEMAS DE POTÊNCIA

Luis Carlos Origa de Oliveira
Dionizio Paschoareli Jr.
DEE - FEIS - UNESP
C.P 31 CEP 15378 FONE:(0187)62-2125

O interêsse pelo estudo dos efeitos das componentes contínuas de corrente em dispositivos projetados para operar essencialmente com sinais alternados, tem aumentado nos últimos anos. Entre os equipamentos afetados pela presença de níveis CC o transformador de potência tem merecido uma maior atenção. Em casos onde se constata a presença de corrente contínua nos enrolamentos dos transformadores, observa-se uma sensível alteração da sua corrente magnetizante tanto nas amplitudes como também no seu conteúdo harmônico.

Este trabalho aborda algumas questões relativas as origens das componentes contínuas de corrente nos sistemas de corrente alternada. Alguns equipamentos e eventos são analisados em função das características operacionais que os identificam como fontes de corrente contínua.

As análises das fontes de componentes contínuas apresentadas, mostram claramente a importância com que este fenômeno deve ser considerado. Os níveis de corrente contínua obtidos por simulação, ou mesmo, relatados em vários outros trabalhos são bastante significativos, quando comparados com as amplitudes das correntes magnetizantes dos transformadores. Dos diversos estudos realizados verificou-se que, de um modo geral, os níveis de componentes contínuas gerados são extremamente variáveis e muitas vezes imprevisíveis. Não obstante este fato, para as operações anormais das cargas tiristorizadas, níveis da ordem de 2% ou 3% parecem ser mínimos razoáveis para estimativas de efeitos máximos.

DETERMINAÇÃO DE FLUXO HARMÔNICO UTILIZANDO MÉTODOS COMPUTACIONAIS

DIONÍZIO PASCHOARELI JÚNIOR
LUIS CARLOS ORIGA DE OLIVEIRA
CP 31 FAX (0187)62-2125 CEP 15378
DEE - FEIS - UNESP

FRANCISCA A. C. PIRES
CP 6101 CEP 13081
DSCE - FEE - UNICAMP

Na maioria dos programas convencionais para a solução de fluxo de potência, as cargas presentes nos sistemas elétricos são modeladas como cargas lineares. No entanto, a presença de cargas não-lineares faz com que haja distorções na corrente demandada e, conseqüentemente, na tensão de alimentação. Já que, de acordo com a análise de Fourier, este tipo de distorção periódica, pode ser decomposta numa freqüência fundamental mais suas freqüências harmônicas, pode-se então investigar cada ordem harmônica separadamente, o que significa solucionar um programa de fluxo de potência para cada ordem harmônica e ao final, pela superposição dos efeitos, chegar às formas de onda distorcidas.

Os métodos para se avaliar as distorções presentes no sistema, utilizam basicamente a análise no domínio do tempo ou no domínio de freqüência. A investigação no domínio do tempo consiste na solução de um conjunto de equações diferenciais, utilizando métodos numéricos. Tem como vantagem a previsão do comportamento transitório do sistema, tendo os valores das tensões e das correntes determinados ponto a ponto, num dado período. A grande dificuldade deste método de análise de distorção é que o resultado é totalmente dependente do passo escolhido na solução numérica. A investigação no domínio da freqüência, por sua vez, trata o sistema na condição de regime permanente. A importância deste método é que os efeitos das cargas são investigados independentemente, para cada freqüência harmônica.

Uma vez que, normalmente, as análises das distorções se concentram em situações de regime permanente e por ser a investigação no domínio da freqüência muito eficiente e de simples implementação computacional, a maior parte das ferramentas computacionais para determinação do fluxo harmônico têm seguido esta metodologia.

APLICAÇÃO DE UM MÉTODO HEURÍSTICO PARA A SÍNTESE DE REDES DE TROCADORES DE CALOR

Mauro Antonio da Silva Sá Ravagnani* e Alberto Luiz de Andrade**

* - Departamento de Engenharia Química
Universidade Estadual de Maringá - Maringá - PR

** - Departamento de Engenharia de Sistemas Químicos
Faculdade de Engenharia Química -
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas - Campinas - SP

SUMÁRIO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a resolução de um problema de síntese de redes de trocadores de calor envolvendo 20 correntes de processo. Isto é feito através da aplicação de um programa computacional, que foi desenvolvido baseado em um método heurístico de fácil utilização devido à sua natureza simplificadora, o que reduz bastante o problema combinatorial.

Os resultados obtidos são apresentados na forma de tabelas, de modo a fornecer uma visão global da malha desenvolvida para o processo, incluindo as temperaturas intermediárias, o calor trocado e a área de troca térmica referentes a cada equipamento (trocadores de calor, aquecedores e resfriadores). O custo total da malha é comparado ao obtido pela aplicação de outra metodologia. Por se encontrar próximo do valor ótimo, tem-se a garantia de otimização do processo, uma vez que pouco esforço computacional é demandado, tendo-se um tempo mínimo para a resolução de problemas de grande porte.

INTERSEÇÕES COM PAVIMENTOS CERÂMICOS

JAIRO SALIM PINHEIRO DE LIMA
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

RESUMO

O tijolo maciço cerâmico em pavimento rodoviário é ainda pouco desenvolvido no Brasil, onde é efetivamente usado no Estado do Acre. No Acre e outros locais da Amazônia, os agregados são raros e as condições climáticas dificultam a construção de pavimentos convencionais.

A pavimentação cerâmica exige, para a garantia de um bom desempenho, o controle efetivo da qualidade do tijolo, dos materiais empregados e do processo construtivo da via.

Neste trabalho, relata-se a metodologia adotada na cidade de Rio Branco para a pavimentação de interseções em vias revestidas com tijolo maciço cerâmico; identifica problemas nos vários tipos de cruzamentos entre vias observados "in loco", bem como propõe melhorias no processo construtivo.

ESTUDO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DO AQÜÍFERO NA REGIÃO DO IPÊ - ILHA SOLTEIRA

JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP

RESUMO

O presente trabalho enfoca a vulnerabilidade de um aqüífero freático situado na localidade do Ipê, em Ilha Solteira, região oeste de São Paulo. O objetivo principal de tal estudo foi caracterizar o risco de contaminação, que a população residente no local corria ao utilizar a água subterrânea no consumo diário. Com tal intuito, levantou-se o mapa potenciométrico da região, a partir do nível estático de 70 poços freáticos, distribuídos numa área de 1,3 km^2. Na obtenção dos níveis utilizou-se uma sonda elétrica, confeccionada no laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Civil da FEIS - UNESP. Objetivando uma análise mais profunda caracterizou-se também o tipo de substrato litológico da zona não-saturada acima do aqüífero. Após analisar todos os componentes de vulnerabilidade encontrados, tendo como valores padrão os dados do CEPIS (Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente), chegou-se a conclusão que a região tem um alto grau de vulnerabilidade à contaminação difusa - fossas negras - existente.

UMA EXPERIÊNCIA EM VERIFICAÇÃO DE PROGRAMAS CONCORRENTES

Nival Nunes de Almeida
Valéria Ulm de Gouvêa Lima
UERJ - Depto. de Engenharia de Sistemas e Computação
Rua São Francisco Xavier 524, Bl. A, sala 5027
CEP 20550 - Maracanã - Rio de Janeiro

SUMÁRIO - No presente trabalho abordamos os conceitos relativos a especificação, verificação e validação de sistemas digitais. Tais princípios são, ainda, relacionados à necessidade de produzir programas corretos antes da implementação, gerando economia de tempo e custos. Além disso, resumimos as idéias básicas da programação concorrente, que são técnicas fundamentais para a programação de Tempo Real. Em seguida, apresentamos informalmente as Redes de Petri associando suas propriedades às propriedades de programas concorrentes visando à sua verificação.

ESTUDO DA ACELERAÇÃO E RETOMADA DE VELOCIDADE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS

CANALE, A.C.
RUFFINO, R. T.
Depto Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO EXTENDIDO

A aceleração e retomada de velocidade são ítens importantes no desempenho dos autoveículos rodoviários. São amplamente utilizados na comparação entre veículos de mesma categoria, principalmente automóveis e veículos de transporte de cargas leves. Estes ítens têm papel importante no projeto e na estratégia de "marketing" destes produtos.

O presente trabalho desenvolve um modelo matemático para o cálculo das forças que atuam no veículo em movimento. Isto para se obter o seu desempenho em aceleração e retomada de velocidade. Este modelo foi aplicado num veículo/exemplo (Kadett GS 2.0) e os resultados obtidos comparados com os de ensaio de pista realizados pela General Motors do Brasil. Um "software" foi elaborado baseado no modelo matemático, permitindo a análise de forma rápida e precisa, com saídas gráficas dos principais resultados.

Com os dados característicos necessários do veículo elaborou-se o diagrama de rendimento: FORÇA DE TRAÇÃO LÍQUIDA E FORÇA DE RESISTÊNCIA TOTAL PELA VELOCIDADE DO VEÍCULO. Desse diagrama, obtido com o veículo carregado pesando 1207 kgf, pode-se observar que, numa pista horizontal, a velocidade máxima é de 183 km/h. A velocidade média obtida em testes de estrada, nesta condição de peso, foi de 186 km/h.

Com a aceleração líquida obtida do diagrama de rendimento, o tempo de aceleração e o tempo de retomada, ambos teóricos, puderam ser calculados e comparados com os dados experimentais observados em testes de estrada, mostrando convergência nos resultados teórico/experimentais.

A utilização deste modelo é útil nas diversas fases de projeto e otimização de veículos semelhantes ao analisado.

EFEITO DO TEOR DE Nb NA RESISTÊNCIA À ABRASÃO EM AÇOS ALTO CARBONO

CRNKOVIC, O. R.
CANALE, L. C. F.
Depto de Materiais da Escola de Engenharia de São Carlos - USP

RESUMO EXTENDIDO

O fenômeno de desgaste é achado em muitas condições e, por isso, de grande repercussão econômica. Isto é particularmente importante nas ferramentas agrícolas, devido ao contato contínuo com os mais variados tipos de materiais abrasivos do solo.

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver, a um baixo custo, um aço alto carbono microligado ao Nb. Para isso foram fundidas 3 corridas. A composição básica foi: 0,75% C; 0,26% Si; 0,90% Mn; 0,60% Cr; denominada 1075, utilizada com propósitos comparativos. Nas outras duas ligas denominadas A e B, para esta composição básica foram adicionados teores de Nb na faixa de 0,03% (A) e 0,28% (B).

Estas ligas foram posteriormente temperadas e revenidas para dureza de aproximadamente 41 HRc.

Foram realizados ensaios abrasivos em uma máquina tipo pino sobre disco com configuração a dois corpos, sendo a perda de massa determinada pelo método gravimétrico interrompido.

Os resultados de desgaste, expressos pela taxa de desgaste em g/s, mostraram o melhor comportamento para a liga com a maior porcentagem de Nb, liga B. Baixos teores de Nb não mudaram as características de desgaste com relação à liga base.

Interessante também é observar que o Nb tem efeito refinador de grão austenítico, característica esta de singular importância, uma vez que grãos pequenos aumentam a resistência ao desgaste e também reduzem as imperfeições durante o processo de tratamento térmico das ferramentas agrícolas.

FATORES QUE AFETAM A DURABILIDADE DOS PRODUTOS DE CERAMICA VERMELHA

Marcus Vinicius Veleda Ramires
CPGEC-UFRGS
Denise de Souza Saad
CPGEC-UFRGS

SUMARIO:

O desempenho do material está intimamente ligado a durabilidade, e por consequência aos fatores intervenientes nesta.

Este trabalho apresenta alguns problemas que afetam a durabilidade dos produtos de cerâmica vermelha.

Ao final conclui-se que basicamente são os agentes externos que afetam a durabilidade deste materiais, principalmente a água.

O CÍRCULO DE CONTROLE DA QUALIDADE E SUA IMPLEMENTAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL

* Alberto Schmidt
** Dalzija G. Gavioli
Cleusa Sampaio Lara
Eliane de Fátima Saibt

RESUMO

Realizou-se uma pesquisa com o objetivo de avaliar os resultados da implementação dos círculos de controle de qualidade no Estado do Rio Grande do Sul, sendo este o instrumento fundamental da administração participativa, que tem sido hoje um objetivo perseguido pelas empresas. A coleta de dados foi feita através de entrevista indireta, sendo esta baseada em um questionário enviado para empresas filiadas à Associação Gaúcha para a Qualidade - AGQ . Dos cem questionários enviados, trinta e oito retornaram com as devidas respostas. Analisou-se os resultados obtidos através dos questionários por meio de técnicas estatísticas, possibilitando determinar a veracidade dos dados, por intermédio do grau de certeza que se pode ter acerca dos mesmos. As principais conclusões obtidas foram: -A implementação do círculo de controle da qualidade proporciona benefícios como, melhoria na qualidade e produtividade, melhor relacionamento interpessoal resultando em uma maior motivação e segurança no trabalho. - Muitas empresas não tiveram êxito na implementação do círculo de controle da qualidade, devido a falhas na implementação, desmotivação, desinteresse da chefia na implementação das idéias sugeridas pelos grupos de CCQ's. - Um dos maiores obstáculos para implementação do círculo de controle da qualidade é a falta de apoio da chefia, e desconhecimento da filosofia do CCQ. - O círculo de controle da qualidade proporciona ao circulista uma maior desinibição, maior crescimento pessoal e profissional e maior preocupação com a qualidade dos produtos. - A implementação do CCQ nas empresas abriu caminho para o surgimento de novas técnicas, dentro da empresa, como Just-in-time, Kanban, Controle total da qualidade, Atividade de pequenos grupos e outros. - O retorno obtido com a implementação das idéias sugeridas pelos grupos de CCQ's é ótimo. - As empresas que investiram nas idéias propostas pelos grupos de CCQ obtiveram, em média, para cada U$ 1,00 investido um retorno de U$ 8,00.

RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO E O TEOR DE FERRITA DELTA EM CORDÕES DE SOLDA DE AÇO INOX 316

VICENTE AFONSO VENTRELLA
FEIS / DEM / UNESP
ROSEANA E.TREVISAN
FEM / UNICAMP

RESUMO:

Neste trabalho foi analisada a relação existente entre a velocidade de resfriamento (taxa de resfriamento)e a quantidade de ferrita delta formada no cordão de solda de uma chapa de aço inox 316, pois um dos problemas apresentados na soldagem dos aços inoxidáveis austeníticos é a sua tendência à formação de trincas de solidificação. O aparecimento dessas trincas está diretamente relacionado com a quantidade de fase ferrita delta , formada no cordão de solda . Uma das maneiras de se evitar esse tipo de defeito é através da obtenção de um cordão de solda com 5 a 10 % de ferrita delta. [1]

Utilizou-se para esse estudo chapas de aço inoxidável austenítico tipo 316 com 3,0 mm de espessura . O processo de soldagem empregado foi o SATG (Soldagem ao Arco Tungstênio em Atmosfera Gasosa) autógeno com proteção de argônio.

INVERSOR TRIFÁSICO COM LINK-DC RESSONANTE COM UM ÚNICO INTERRUPTOR RESSONANTE

Carlos Alberto Canesin
DEE/FEIS/UNESP
Av. Brasil Centro, 56 - C.P. 31
15378 Ilha Solteira SP
Tel.Fax: (0187)62-2125

Ivo Barbi
CTC/DEE/LAMEP/UFSC
C.P. 5119
88049 Florianópolis SC
Tel.Fax: (0482)34-1524

SUMÁRIO

A utilização de transistores de potência e GTO's em inversores de tensão (VSI - voltage source inverter) com modulação por largura de pulso (PWM - pulse width modulated) é certamente a configuração mais utilizada em aplicações de 10 W a 500 kW [1].

As principais desvantagens destas estruturas são: freqüência de chaveamento baixa, alta taxa de dv/dt na saída, recuperação dos diodos dos circuitos de snubber provocam fadiga (stress) dos interruptores e ruído acústico na freqüência de chaveamento do inversor.

Para minimizar os problemas anteriores deve-se aumentar o número de pulsos de chaveamento, aumentando-se a freqüência de chaveamento, diminuindo-se os harmônicos de baixa ordem e os componentes reativos (L e C), não sendo mais perceptível o ruído acústico.

Porém, o circuito de snubber tem limitações quanto à freqüência de operação, aumentando-se o volume e custos da estrutura com o aumento da freqüência.

Portanto, o aumento da freqüência nas estruturas convencionais, reduzem a eficiência do inversor.

Este trabalho apresenta a aplicação das técnicas de ressonância num inversor trifásico de tensão, com um único interruptor na célula de ressonância (link-dc ressonante), com os objetivos de redução de volume e custos da estrutura.

COMPARAÇÕES, VANTAGENS E DESVANTAGENS ENTRE AS FONTES CHAVEADAS OFF-THE-LINE DO TIPO FORWARD E FLYBACK OPERANDO EM 20 kHz E 100 kHz PARA MICROCOMPUTADOR DO TIPO IBM-PCxt

Carlos Alberto Canesin
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Dep. de Eng. Elétrica - DEE/FEIS
CP 31 - Fax (0187)62-2125
15378 Ilha Solteira SP

SUMÁRIO

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar as comparações, vantagens e desvantagens entre os projetos das fontes chaveadas dos tipos flyback e forward off-the-line (retificação e filtragem diretamente da rede), operando em 20 kHz e 100 kHz com comutação do tipo dissipativa.

Apesar das vantagens das fontes chavedas atuais em relação aos modelos convencionais do passado (tipo série), ainda existem muitas pesquisas em andamento (1992), com a finalidade de redução de peso, dimensões e aumento da eficiência.

Apresenta-se neste trabalho os projetos das fontes chaveadas do tipo forward com múltiplas saídas isoladas de +5 V/15 A, -5 V/1 A, +12 V/6 A e -12 V/1 A para microcomputador do tipo IBM-PCxt, comparando-se os resultados com os projetos empregando-se o conversor flyback [1].

APOIO: FUNDUNESP/CNPq

PROJETOS DE FONTES CHAVEADAS OFF-THE-LINE FLYBACK OPERANDO EM 20 kHz E 100 kHz PARA MICROCOMPUTADOR DO TIPO IBM-PCxt

Carlos Alberto Canesin
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Dep. de Eng. Elétrica - DEE/FEIS
CP 31 - Fax (0187)62-2125
15378 Ilha Solteira SP

SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados comparativos, vantagens e desvantagens entre os projetos das fontes chaveadas do tipo flyback off-the-line (retificação e filtragem diretamente da rede), operando em 20 kHz e 100 kHz com comutação do tipo dissipativa.

No que se refere às fontes chaveadas, o objetivo é o de substituir as fontes reguladas do tipo série, volumosas, pesadas e de baixo rendimento [1].

O projeto de uma fonte chaveada envolve um grande número de problemas impostos pelo sistema no qual a mesma será inserida, assim como de equipamentos periféricos, considerações mecânicas e térmicas, interferência eletromagnética, dentre outros [2].

Apresenta-se os projetos das fontes chaveadas com múltiplas saídas isoladas de +5 V/15 A, -5 V/1 A, +12 V/6 A e -12 V/1 A para microcomputador do tipo IBM-PCxt.

O princípio de operação, análise teórica, procedimento para o projeto foram estudados e as estruturas projetadas são apresentadas.

APOIO: FUNDUNESP/CNPq

DISPERSÃO DE POLUENTES GASOSOS NA ATMOSFERA - ESTUDO DE CASO

Celso Luiz da Silva - Depto. Eng. Mecânica - UNESP - Bauru
Mario K. Ojima - Sistemas de Proteção Ambiental - SPA
Jorge Kano - Sistemas de Proteção Ambiental - SPA

SUMÁRIO

O nível de poluição do ar, ou a qualidade do ar é medida pela quantificação das substâncias presentes neste ar. Tal parâmetro pode mudar em função das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes.

O presente trabalho apresenta resultados obtidos à partir de medidas quali-quantitativas realizadas na chaminé do Sistema de Tratamento Térmico de Resíduos Hospitalares instalado no município de Rio Claro SP, que tem capacidade para incinerar 200 kg/h de resíduos. A composição dos gases produzidos na combustão de tais resíduos e um estudo da difusão destes na atmosfera tambem são abordados.

Dentre os componentes gasosos lançados na atmosfera pela chaminé, as concentrações de Material Particulado (MP) e de Dióxido de Enxofre (SO_2) foram as mais significativas, motivo pelo qual foram realizados estudos de dispersão para esses dois componentes. O método denominado Modelo de Pluma Gaussiana de Fonte Pontual Contínua (PGFPC) foi usado para tal finalidade.

As concentrações foram calculadas para distâncias de 40 à 1000 metros, à partir da chaminé, com espaçamento de 40 metros, no nível do solo e na direção dos ventos predominantes.

Nestas condições, a concentração máxima de SO_2 será de 0,60 $\mu g/m^3$ de ar e de 0,90 $\mu g/m^3$ de ar para MP, num raio de até 1000 metros da chaminé, indices estes considerados de pequena relevância, quando analisados sob os padrões atualmente empregados para medida da qualidade do ar.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que o Modelo de Pluma Gaussiana de Fonte Pontual Contínua é adequado para análises de dispersão de poluentes na atmosfera, desde que se disponha de dados meteorológicos locais confiáveis e também de uma análise quantitativa rigorosa dos efluentes gasosos do emissor.

DETERMINAÇÃO DA FORÇA PROPULSORA DE MOTORES ASSÍNCRONOS LINEARES ATRAVÉS DE CIRCUITO ELÉTRICO EQUIVALENTE CONSIDERANDO EFEITOS DE EXTREMIDADES

R.C. CREPPE
FET-Unesp
Bauru

G.A. SIMONE
FET-Unesp
Bauru

C.R. de SOUZA
FEE-Unicamp
Campinas

RESUMO

O estudo dos motores assíncronos lineares não pode ser feito a partir do circuito equivalente da máquina rotativa convencional, devido as diferenças marcantes de seu circuito magnético e do comportamento da densidade de campo magnético em seu entreferro.

Este artigo mostra um circuito elétrico equivalente que, considerando o Efeito Longitudinal de Extremidade e o Efeito Transversal de Borda, através de fatores de correção, apresenta resultados muito mais próximos do desempenho real dos motores assíncronos lineares do que os resultados obtidos com técnicas tradicionais.

Os resultados referentes à força propulsora obtidos com o circuito elétrico equivalente desenvolvido são comparados com valores levantados experimentalmente em um protótipo construído nos laboratórios da FET-Unesp-Bauru. Os resultados também são comparados com dados resultantes da aplicação de equação de força propulsora, obtida diretamente da teoria eletromagnética, encontrada em literatura especifica.

Resultados outros, como rendimento e fator de potência, também podem ser obtidos, com maior facilidade, através do circuito elétrico equivalente e a resposta encontrada, quando comparada com valores experimentais, é bastante satisfatória.

TÉCNICA DE ANÁLISE ALTERNATIVA DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS

Pedro da Costa Jr.
F.E.T./UNESP
Caixa Postal 473 - 17033 - Bauru, SP

José Pissolato Filho
F.E.E./UNICAMP
Caixa Postal 6101 - 13081 - Campinas, SP

RESUMO

Transitórios eletromagnéticos em redes multi ou monofásicas são calculados pelo método da matriz admitância nodal. A formulação está baseada no método do Casamento de Raízes [1] para os elementos distribuidos (Linhas de Transmissão) e na regra trapezoidal de integração [2] para os elementos concentrados. Fatorização triangular otimamente ordenada com técnicas de esparsidade [3] são empregadas na solução. Um exemplo ilustra a praticabilidade das técnicas descritas [1,2]. Tal exemplo consiste na energização de uma linha trifásica com sequência de chaveamento. Em trabalho anterior [4] descreve-se o método do Casamento de Raizes através de variáveis de estado porém sem a generalização do presente trabalho.

Palavras-Chave: Transitórios em Sistemas de Potência, Sobretensões, Linha de transmissão, Transformada-Z, Simulação Digital.

METODOS ESTATISTICOS PARA CALIBRAR RADIÔMETROS SOLARES

João Francisco Escobedo
Evandro Tadeu da Silva
Antonio Aparecido Martins

Departamento de Física e Biofísica /UNESP/Botucatu/18610/SP

RESUMO

No trabalho é descrito aplicação de dois métodos estatísticos: Média do Conjunto de Dados e Regressão Linear, nos cálculos da constante de calibração de um radiômetro solar. O detector do tipo preto/branco com termopilha estrela (ϕ = 25mm) de filme fino, foi submetido a testes de calibração tendo como referência um radiômetro da KIPP-ZONEN, onde registrou-se 370 medidas simultâneas com os instrumentos. No primeiro tratamento estatístico relacionou-se os dados de milivoltagens seguindo a orientação da Organização Mundial de Meteorologia onde a constante de calibração é calculada por média através da equação $K_r = \sum K_i/n$, n é o número de observações e $K_i = (V_r/V_{KZ}) \cdot K_{KZ}$ onde V_r, V_{KZ} e K_{KZ} são respectivamente as tensões dos aparelhos e constante de calibração do radiômetro referência. No segundo método os dados foram relacionados através de regressão linear e constante de calibração calculado por $K_r = (a \pm S_a) + (b \pm S_b) \cdot K_{KZ}$ onde a, b, S_a e S_b são os coeficientes de interceptação e angular da reta com seus respectivos desvios padrões. Os resultados obtidos pelo metodo da média (OMM) foi $K_r = (28,76 \pm 0,07) \times 10^{-6}$ Vm^2/W, enquantc por regressão linear $K_r = (29,70 \pm 0,05) \times 10^{-6}$ Vm^2/W. Estatisticamente as constantes de calibração são diferentes, tendo valor mais elevado para o método de regressão, no entanto, para se quantificar qual das duas constantes é mais precisa são necessarios ensaios com fontes de potência conhecida.

AGRADECIMENTO: FAPESP (91/3883-0); FUNDUNESP (388/91-DFP) e CNPq (302624/88-0) pelo apoio financeiro do projeto.

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE INFILTRAÇÃO PARA FINS DE DIMENSIONAMENTO DE SUMIDOURO

Prof. M. Sc. CLÁUDIO VIDRIH FERREIRA
Prof. Dr. ADEMAR DA SILVA LOBO
Prof. Dr. NARIAQUI CAVAGUTI
UNESP - FACULDADE DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA - BAURU

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de ensaios de infiltração através de cova cilíndrica, escavada com o emprego de trado, realizados na zona leste de Bauru, próximo ao Hospital Lauro de Souza Lima, com o objetivo de fornecer parâmetros para sumidouro de fossas sépticas.

A área pesquisada é coberta por sedimentos da Formação Marília (Grupo Bauru), com solo predominante do tipo latossol vermelho escuro de textura média, em vertente inferior a 20%.

Os ensaios foram executados em 3 pares de furos a profundidades de 1 a 8m, visando determinar o coeficiente de infiltração do terreno e sua variação em superfície e profundidade.

A figura abaixo mostra esta variação.

Constatou - se que o coeficiente de infiltração diminui com a profundidade, de maneira regular, fato este devido ao decréscimo do índice de vazios. O valor muito elevado obtido no primeiro metro, é provavelmente devido ao processo de lixiviação que atuou neste solo.

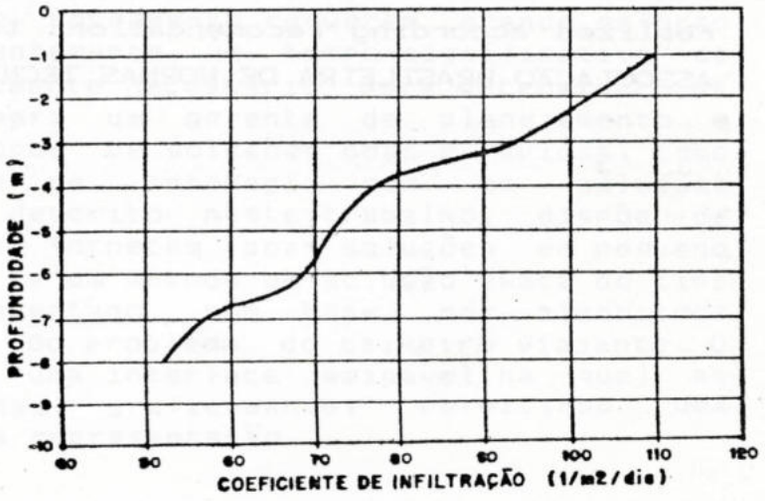


GRÁFICO DO COEFICIENTE DE INFILTRAÇÃO x PROFUNDIDADE

ESTUDO DAS CURVAS DE INCHAMENTO DO AGREGADO MIÚDO DE DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS

Prof. MsC Márcio Joaquim Estefano de Oliveira
DPC/FEG/UNESP
Eng. Pedro Henrique Calsolari
Ex-aluno do DPC/FEG/UNESP

SUMÁRIO

A pesquisa tem por objetivo encontrar a curva que melhor representa o fenômeno do inchamento das areias dos rios de diferentes regiões brasileiras utilizadas no preparo de argamassas e concretos. Os ensaios para caracterização das areias obedecem os métodos elaborados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT.

ABSTRACT

This paper presents the better equations to define the curves of sand expansion bend phenomenon. The analysis of sands were make from several Braziliens rivers of the diferents regions. Theses sands were used to prepare the mortars and concretes. The sands caracterization tests were realized according recomendations to Braziliens methods by ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.

UM AMBIENTE GRÁFICO PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Edson Luiz França Senne
Departamento de Matemática

César Massahiro Higuti
Victor José Marques
Bolsistas de Iniciação Científica

Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Caixa Postal 205
12500 - Guaratinguetá - SP

RESUMO

Neste trabalho discute-se o desenvolvimento de um ambiente gráfico e interativo para a solução de modelos em redes, aplicados ao roteamento de veículos. A necessidade de solução para problemas de roteamento aparece com frequência, tanto no setor público, quanto no setor privado. Coleta de lixo, recolhimento de valores, entrega de mercadorias, otimização de frotas, minimização de rotas em companhias de transporte, são exemplos de problemas que podem ser resolvidos por modelos de otimização em redes. Devido a sua natureza complexa, os problemas de roteamento requerem grande esforço computacional e, consequentemente, um tempo significativo de processamento é frequentemente necessário para determinar as soluções. Entretanto, para um gerente de planejamento é essencial, não apenas dispor de soluções boas e rápidas, como também da possibilidade de interagir com as soluções apresentadas. O ambiente descrito neste trabalho, dispõe de algoritmos heurísticos que fornecem boas soluções em pequeno tempo de processamento, e de um método de solução exata do tipo "branch-and-bound", implementado com base nos algoritmos heurísticos e na solução do problema do caixeiro viajante. O ambiente conta ainda com uma interface amigável na qual as soluções são apresentadas graficamente, permitindo uma interação direta sobre sua representação.

UMA FERRAMENTA PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE "SCHEDULING" EM CÉLULAS FLEXÍVEIS DE MANUFATURA

Edson Luiz França Senne
Departamento de Matemática

Edgard Dias Batista Jr.
Departamento de Produção

Roberto Luiz Bach
Bolsista de Iniciação Científica

Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Caixa Postal 205
12500 - Guaratinguetá - SP

RESUMO

Neste trabalho discute-se a construção de uma ferramenta de software para auxílio ao desenvolvimento de alternativas de solução para problemas de "scheduling" em Células Flexíveis de Manufatura (CFM). Esta ferramenta dispõe de um algoritmo exato para a solução de instâncias de tais problemas (2 máquinas e n peças), de modo que as alternativas de solução apresentadas pelo usuário, através de gráficos de Gantt, possam ser comparadas com a solução ótima. A importância de um ambiente amigável como o descrito neste trabalho, está no fato de que sem uma boa ferramenta, dada a complexidade do problema, consegue-se experimentar poucas alternativas de solução, sendo muito difícil verificar o quão próximo da solução ótima estão as alternativas escolhidas. Com este ambiente, pode-se experimentar várias soluções e com isto desenvolver heurísticas para a resolução inteligente do problema.

DETERMINAÇÃO DO EFEITO CO-SENO DE UM RADIÔMETRO SOLAR SOB ÁGUA

ANTONIO AUGUSTO A. DANTAS(1)
JOÃO FRANCISCO ESCOBEDO(2)
JOSÉ MÁRIO DOMINGOS MELO(2)

(1)Depto. de Física e Biofísica UNESP Botucatu-SP 18618-000
(2)Pós-Graduação em Energia na Agricultura/UNESP/Botucatu-SP 18618-000

RESUMO

Objetivou-se no presente trabalho estudar o desvio do efeito co-seno em um radiômetro solar sob água. A resposta ao co-seno (desvio máximo do valor hipotético tomado a uma elevação de 10° em um dia claro) depende do ângulo de incidência da radiação, e a cúpula que protege o sensor é o componente que mais contribui neste efeito. Construiu-se um detector tendo como sensor uma termopilha de filme fino "full-black" com 30 termopares de bismuto e antimônio protegido por uma cúpula de vidro (Ø = 60mm) obtida a partir de uma lâmpada incandescente comum. Para a determinação do efeito de imersão desenvolveu-se um aparato com suporte goniométrico que movimenta o radiômetro em vários ângulos no interior de uma caixa de água de 100 l com as paredes internas preto fosco. As medidas foram efetuadas no dia 21/12 com o sol praticamente perpendicular à superfície da água e céu aberto. Utilizando-se um multímetro de 4 1/2 digitos, tomou-se as leituras em mV da tensão para o radiômetro na horizontal (0°) e seguiu-se anotando as tensões para 10° ,20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° e 80°, girando-se o suporte goniométrico. Considerando-se a primeira leitura obtida para 0 plotou-se a curva teórica da resposta co-seno perfeita multiplicando-se essa tensão pelos co-senos dos ângulos já referidos. A seguir plotou-se as leituras das tensões observadas. Encontrou-se para ângulos de incidência entre 0° e 70° desvio máximo de 5,3% e para 80° o desvio de 17,6%. Estes resultados foram considerados bons visto que numericamente são similares aos de radiômetros solares importados de boa qualidade e padronizados pela Organização Mundial de Meteorologia.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP e FUNDUNESP, processos 91/3883/0 e 388/91; CNPq (302624/88-0) pelo financiamento projeto.

ESTUDO PARA SUBSTITUIÇÃO DE TUBULAÇÕES FORÇADAS EM PCH's

Carlos Barreira Martinez[*]
Cidélia M. B. Lima[†]
Cassiana A. Augusto[‡]
Marcos Aurélio Souza Anjos[‡]
Faculdade de Engenharia Civil de Itajubá
Av. Dr. Antonio Braga Filho, 687 - Itajubá - MG
37500 000 - CEP FONE (035)622-1645

Sumário

Existem no Brasil uma grande quantidade de pequenas centrais hidrelétricas, PCH's, que já possuem um elevado tempo de operação e que estão próximas do final da sua vida útil econômica. A par disto, tem-se verificado que seus sistemas de captação e condução d'água apresentam um estado avançado de deterioração, devido à baixa taxa de manutenção dispensada a estas PCH's.

Este trabalho apresenta um estudo que relaciona a variação da rugosidade superficial das tubulações forçadas com o aumento da perda de carga nas mesmas, o que acarreta uma queda na produção de energia e conseqüentemente uma redução da receita obtida. Desta forma pode-se avaliar a época da substituição da tubulação, verificando-se quais os ganhos em energia e receita, com a reforma. O método pode, inclusive, ser aplicado na etapa de planejamento da implantação da PCH, permitindo a previsão de época para as futuras reformas ou reparos no sistema de adução. Apresenta-se também um estudo de casos onde se observa a evolução da perda de carga anual e a conseqüente queda na receita. Ao final, faz-se algumas sugestões para trabalhos futuros.

---

* - *Doutorando AIPSE UNICAMP*
† - *Mestrando EFEI*
‡ - *Acadêmicos 4º ano Engenharia Civil*

CRITÉRIOS PARA A CONCEPÇÃO GERAL DA PCH BRAÇO NORTE II

Carlos Barreira Martinez *
Faculdade de Eng. Civil de Itajubá
Av. Dr. Antonio Braga Filho, 687
Itajubá - MG
37500 000 - CEP (035) 622-1645

José Antonio Perrella Balestieri *
Faculdade de Eng. de Guaratinguetá
Depto. de Energia
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333
Guaratinguetá - SP
12500 - CEP (0125) 22-2800

O projeto de uma PCH é uma tarefa que envolve uma série de medidas e decisões que visam a melhor concepção geral da usina como um todo, tendo como pontos orientadores as condições topográficas, geológico-geotécnicas e demais características locais, além das necessidades do mercado a ser atendido.

Desta forma o DNAEE, a partir de 1988, iniciou uma série de esforcos na tentativa de viabilizar a participação da iniciativa privada na geração e transmissão de energia elétrica que culminaram com diversos estudos visando a implantação de PCH's.

Apresenta-se neste trabalho os critérios utilizados na concepção da PCH Braço Norte II no estado do Mato Grosso, que tiveram como pontos de partida as diretrizes para concorrência pública do DNAEE. O resultado obtido foi uma PCH de concepção simples, sem, entretanto, negligenciar as condições de segurança, funcionabilidade e durabilidade da mesma, permitindo um retorno seguro ao investidor e ao poder público.

---

* - *Doutorando AIPSE UNICAMP*

COZINHA RESIDENCIAL - DETERMINANTES E TIPOLOGIAS DA ORGANIZAÇÃO ESPACIAL

ENOS ARNEIRO NOGUEIRA DA SILVA
UNESP - CÂMPUS DE GUARATINGUETÁ

SUMÁRIO

O trabalho apresenta um estudo sobre a cozinha residencial, através da sequência de operações das tarefas e da frequência de utilização de cada equipamento é possível criar diferentes tipologias espaciais.

COLETA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO PARA MORADIA ESTUDANTIL DA FEG-UNESP

ENOS ARNEIRO NOGUEIRA DA SILVA
JANE DE SOUZA SILVA
FEG-UNESP - GUARATINGUETÁ

RESUMO

O trabalho apresenta dados para a realização da avaliação pós-ocupação (APO) da moradia estudantil da FEG-UNESP, documentando o grau de satisfação do usuário em relação ao espaço por ele habitado.

SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS: ALGORITMOS E APLICAÇÕES

Cláudio U. Ribeiro e Elder M. Hemerly
Instituto Tecnológico de Aeronáutica CTA-ITA-IEEE
12228-900 - São José dos Campos - SP

Abordagens para segmentação de imagens são discutidas neste trabalho, ressaltando-se os requisitos computacionais para a implementação em tempo real. Em particular objetiva-se aplicações em controle de manipuladores com realimentação visual e em inspeção automática de qualidade. Aplicações em robótica usualmente utilizam segmentação de imagem via deteção de borda. As principais abordagens para o problema de deteção de bordas são: 1) Método do Gradiente: As bordas são detetadas por valores elevados do módulo do gradiente. O custo computacional da implementação é baixo; 2) Método de Canny: Realiza filtragem ótima no que diz respeito à minimização das probabilidades de falso alarme e falha na deteção das bordas, minimização da distância quadrática média entre bordas real e detetada, e minimização da probabilidade de detetar várias bordas para uma única real. O custo computacional é médio; 3) Métodos Estatísticos: Utilizam a teoria de campos aleatórios ou reconhecimento de padrões. O custo computacional é alto.

Por economia de espaço, apresenta-se a seguir uma aplicação em inspeção automática de qualidade. Vide Fig. 1, na qual se utilizou câmera Sony HVM-302, conversor DT2851-60 e microcomputador 368-25SX. Pode-se, por exemplo, verificar a falta de componente eletrônico em placa de circuito impresso. Basicamente, a imagem da placa a ser testada é subtraída da imagem padrão, efetuando-se a seguir a deteção de bordas.

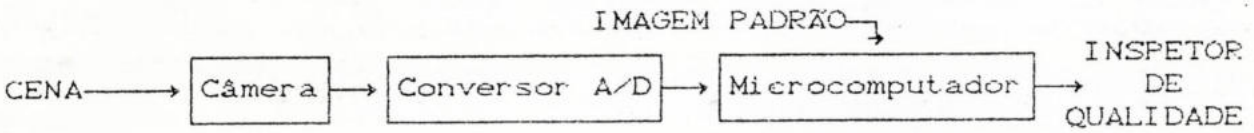


Fig. 1 - Esquema da montagem do Inspetor Automático de Qualidade.

Na Fig. 2 apresenta-se um exemplo no qual se utiliza blocos de madeira, de modo a facilitar a visualização do resultado.

Fig. 2 - (a) Imagem padrão, (b) imagem a ser testada, (c) imagem subtração, (d) mapa de bordas de (c).

Agradecimentos: À FAPESP, pelo apoio financeiro via processo no. 91/4094-9.

DETERMINAÇÃO DO pH IDEAL DE FORMAÇÃO DO COMPLEXO $[Fe(o\text{-}fen)_3]^{2+}$

Carmem D. Cardoso
Martha B. Adaime
Nádia S. Viaro
Departamento de Química
Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

Neste trabalho nós sugerimos o melhor pH de complexação do complexo $[Fe(o\text{-}fen)_3]^{2+}$. A literatura cita que este complexo é quantitativo na região de pH entre 2,0 e 9,0.

Para o estudo do pH ideal, preparou-se uma série de soluções de complexo na faixa de pH de 0,35 a 12,00 e leu-se as respectivas transmitâncias, a 508 nm, as quais foram transformadas em absorbâncias.

Concluímos que o pH ideal para a complexação de Fe(II) com o-fenantrolina, quando este complexo encontra-se livre de interferentes, é 9,2.

MEDIDA DE ALTURA DO ESPECTRO COMO ALTERNATIVA AO MÉTODO CONVENCIONAL DE ANÁLISE ESPECTROFOTOMÉTRICA SIMULTÂNEA DE UMA MISTURA DE $KMnO_4$ E $K_2Cr_2O_7$

Carmem D. Cardoso
Martha B. Adaime
Nádia S. Viaro
Departamento de Química
Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

Em geral, a análise quantitativa em espectrofotometria é realizada através da medida da absorbância que se relaciona linearmente com a concentração dentro de uma determinada faixa de concentração seguindo a Lei de Lambert, Bourger e Beer.

A medida da área do espectro bem como a altura, feita em diferentes pontos, já mostrou ser um método alternativo válido para a análise espectrofotométrica.

Neste trabalho utiliza-se medidas de alturas do espectro, em substituição à absorbância, na determinação espectrofotométrica simultânea de $KMnO_4$ e de $K_2Cr_2O_7$.

São estudadas duas misturas de concentrações conhecidas, sendo que os valores de concentração encontrados para os componentes, pelo método proposto, são mais próximos do valor real do que aqueles obtidos pelo método convencional.

ADSORÇÃO COM AZUL DE METILENO - UM MÉTODO SIMPLES DE DETERMINAÇÃO DE GRUPOS SILANÓIS (≡Si-OH) EM SÍLICA

Ionara Regina Pizzutti
Nádia S. S. Viaro
Martha B. Adaime
Departamento de Química
Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

No sucesso de uma separação cromatográfica, um fator determinante é o material de recheio da coluna cromatográfica que se constitui de um suporte sólido contendo fase estacionária.

O material básico dos suportes, na maioria das vezes é a sílica, a qual é coberta por uma monocamada de grupos silanóis (≡Si-OH) que, pela reatividade, são responsáveis pela preparação das fases ligadas.

Este trabalho mostra um método simples de medida relativa destes grupos, pela medida espectrofotométrica, na região do visível, do azul de metileno que se colocou em excesso em contato com a sílica. Sabe-se que o azul de metileno é uma substância polar, e como tal, adsorve-se bem ao grupamento polar da sílica.

Além disso, como aplicação do método, as diferentes temperaturas de ativação da sílica são avaliadas em relação ao número de grupos silanóis formados comprovando dados da literatura e mostrando a validade do método.

VIGAS CURVAS ISOSTÁTICAS

JORGE DE MELLO E SOUZA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

SUMÁRIO

Seja uma viga isostática cujo eixo é uma curva contida num plano horizontal. A curva é contínua, podendo apresentar pontos angulosos. A viga é solicitada por forças verticais e momentos de torção e flexão concentrados e distribuídos.

Se um observador percorrendo o eixo da viga, vê o centro de curvatura a sua direita, a viga é dita de curvatura a direita.

Para determinar os esforços na viga a primeira providência é a determinação das reações, obtidas com a estática.

São apresentadas fórmulas para as reações da viga em três apoios, mostrando processo diferente para demonstrar conhecido resultado da geometria plana. A seguir estudam-se os outros casos de vigas isostáticas.

Os momentos numa seção causados por uma força concentrada são iguais ao produto da força pelos braços de alavanca a flexão e a torção. O sinal do braço de alavanca a torção depende da viga ser de curvatura a esquerda ou a direita. A derivada do braço de alavanca a torção em relação a α (ângulo que a tangente à curva faz com o eixo do x) é igual ao braço de alavanca a flexão, com o sinal dependendo da curvatura ser a esquerda ou a direita.

São mostradas as equações que permitem determinar os esforços na viga, quando o seu eixo é dado por funções $x = x(\alpha)$, $y = y(\alpha)$.

Se o eixo da viga tiver pontos angulosos, os momentos apresentam descontinuidades.

INTERAÇÃO ENTRE "DANGLING BONDS" EM SEMICONDUTORES III-V COM VACÂNCIA CATIÔNICA

I.C.A.Castro*,T.R.da Silva**,S.M.Del Nery & T.C.A.Macedo
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-UNESP
Departamento de Física e Química

RESUMO: A interação dos orbitais híbridos não saturados da Vacância Catiônica em Fosfeto de Gálio foi analisada através do modelo molecular simplificado. O estudo teórico baseou-se no método do Espalhamento Múltiplo na aproximação $X\alpha$ para o potencial de "exchange", associado ao modelo de aglomerado molecular de 17 átomos em simetria tetraédrica, com saturação dos orbitais de superfície por esfera de Watson. Os autovalores de energia associados aos orbitais híbridos são descritos em termos do parâmetro $\gamma = -0{,}27$ ev, indicando que a interação entre os quatros orbitais híbridos abertos é favorável, evitando assim, que eles interfiram nas ligações cristalinas envolvendo segundos vizinhos.

* Bolsista IC-CNPq
** Analista-Bolsista-CNPq(apoio técnico)

AL 6061 / SiC CONSOLIDADO COM EXPLOSIVO

Carlos N. ELIAS, Antônio C. CALLADO Souza e CASSIANO R. SOARES

Seção de Eng Mecânica e de Materiais
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
Pr General Tibúrcio 80 - Praia Vermelha
22 290 Rio de Jeniro , RJ
FAX (021) 275 9047

SUMÁRIO

O processo de consolidação de pós com explosivos apresenta uma série de características que o torna atraente como meio de obtenção de novos materiais metálicos, cerâmicos e compósitos.

A elevada pressão gerada e o curto tempo de interação das ondas de choque com as partículas do pó provocam o aquecimento superficial e a união destas por vários micromecanismos propostos na literatura e analisados, anteriormente, pelos autores deste trabalho. Este processo preserva a microestrutura original do pó, ao contrário do processo convencional da metalurgia do pó - compactação e sinterização - permitindo a retenção de fases com propriedades especiais instáveis à temperatura ambiente. Além disso, por concentrar a energia na superfície das partículas, a microfusão superficial de materiais com alto ponto de fusão fica facilitada e, consequentemente, sua consolidação.

Este trabalho analisa os resultados obtidos na consolidação dinâmica de um compósito Al 6061 reforçado com 15 % de SiC. Foram aborados aspectos de dureza, morfologia e composição das partículas, embasados em observações realizadas em microscópio ótico e eletrônico de varredura.

ESTUDO DE UM MODELO HÍBRIDO PARA DISCRETIZAÇÃO DE UMA BARRA ENGASTADA SUJEITA A VIBRAÇÃO LIVRE

Prof. McC. CÁSSIA DE ASSIS FLEURY

DME/FEG/UNESP

SUMÁRIO: O presente trabalho teve por objetivo demonstrar que há possibilidade de diminuir o tempo computacional dentro de um processo de discretização analisando-se um modelo híbrido. Este modelo considera que a matriz de rigidez do elemento é a matriz do elemento de viga sujeito à flexão pura enquanto que a matriz de massa é a matriz diagonal que representa a massa concentrada nos nós dos elementos. Os elementos assim discretizados foram comparados com os elementos de viga representados através da matriz de massa consistente. O problema do autovalor que representa a vibração livre de uma viga em balanço foi usado como padrão de comparação. Conclui-se que a partir de 10 elementos a 1ª frequência fundamental de vibração livre é a mesma em ambos os casos, tanto no modelo consistente como no modelo híbrido enquanto que o tempo de processamento é reduzido de 5,0 seg. (em média) para 0,8 seg.

DRENAGEM URBANA: PROBLEMAS E SOLUÇÃO NO ESCOAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

NARIAQUI CAVAGUTI

UNESP - Faculdade de Engenharia e Tecnologia do Campus de Bauru

R E S U M O

A cidade de Bauru, com 260.000 habitantes, é um exemplo típico de cidade com problemas de drenagem urbana. Qualquer chuva de intensidade média (ou maior) gera a formação de enxurradas que inundam ruas, dificultam o trânsito, causam danos à pavimentação, provocam acidentes e outros inúmeros problemas. Feito o diagnóstico, constataram-se como causas: **A)** As bocas de lobo tradicionais apresentam entradas de dimensões muito grandes, possibilitando o assoreamento da rede de galerias pluviais e até das próprias bocas de lobo por materiais carreados pelas enxurradas e por detritos lançados diretamente pelo homem, tais como papéis, plásticos, restos da poda de árvores, resíduos de varrição e restos de construção; **B)** Parte do sistema de drenagem encontra-se subdimensionado por erro de projeto e/ou erro de previsão do desenvolvimento urbano. Após análise técnico-econômica, chegou-se à seguinte proposta de solução otimizada: **1º)** Limpeza total do sistema já existente; **2º)** Redução das dimensões das entradas das bocas de lobo, sem reduzir a área livre total, mediante a instalação de telas soldadas de malha pequena (0,5 a 1,0 cm); **3º)** Redistribuição da água pluvial coletada, com pequena ampliação do sistema já existente; **4º)** Nas áreas em desenvolvimento, sem galerias pluviais, instalação do novo sistema (descrito abaixo).

As enxurradas são formadas porque a água pluvial somente é captada de trecho em trecho pelas bocas de lobo. Para evitá-las, é necessário que a água de escoamento superficial seja imediatamente recolhida através de inúmeras pequenas entradas distribuidas ao longo de toda sarjeta (espaçamento de 0,5 a 1,0 m). Estas entradas devem ter o formato de tronco de cone com a base voltada para a galeria, o que impediria os entupimentos. Devem ser quase verticais, com ligeira inclinação no sentido do fluxo de água para facilitar sua captação. Este sistema apresenta a grande vantagem de eliminar as enxurradas e o carreamento de detritos para o interior das galerias pluviais, impedindo a obstrução. Os custos de construção e manutenção são praticamente idênticos aos do sistema tradicional que tem gerado tantos problemas aos munícipes.

A ESTABILIDADE DE TALUDES: ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DA QUEDA DE DETRITOS

NARIAQUI CAVAGUTI

UNESP - Faculdade de Engenharia e Tecnologia - Campus de Bauru.

R E S U M O

O problema, estudado em taludes da FEPASA (Ferrovia Paulista S/A) próximos à estação de Fernando Prestes/SP, ocorre em várias outras áreas do Estado. Estes taludes, com altura média de 5 m. e inclinação de 70º, foram escavados na seqüência sedimentar do Grupo Bauru, em trechos constituidos de camadas de arenito consolidado alternadas com camadas quase horizontais de material arenoso muito fino e argiloso (silte-argiloso, com argila expansiva). Cada talude assim escavado, apresentava-se estável. Porém, como a face de corte fica exposta à ação intempérica, a camada silto-argilosa sofre cíclicas variações no teor de umidade. Como a argila é expansiva, com aumento da umidade se expande, gerando pressões. Com redução da umidade, se contrai, reduzindo ou eliminando estas pressões. Desta forma, surgem pressões pulsantes que atuam constantemente nesta camada, especialmente junto ao talude, desagregando-a em fragmentos centimétricos de formato chapeado. Por ocasião de chuvas ou ventos fortes, estes fragmentos rolam pelo talude (queda de detritos ou "empastilhamento"), formando um "vazio" que descalça a camada superior de arenito consolidado. Desta forma, com o passar dos anos, este descalçamento vai-se acentuando, isolando enormes blocos do arenito superior que ficam em balanço, num equilíbrio instável bastante perigoso. Estes blocos poderão ruir quando o peso em balanço chegar ao valor limite gerando rupturas de tração ou, quando atingir o valor limite de estabilidade de uma fratura residual remanescente na formação. Como o aumento da instabilidade é contínuo, em quaisquer dos casos, o limite crítico vai sendo atingido gradualmente. E, qualquer fator mais brusco (como vibrações provocadas pela passagem do trem ou chuvas intensas) irá ocasionar a queda destes blocos rochosos, de graves conseqüências. Todos estes taludes devem ser estabilizados executando: **1º)** plano de fogo para o desmonte dos blocos em equilíbrio precário e não removidos por alavancas; **2º)** Fixação de telas metálicas através de grampos ou processo similar na superfície do talude, sobre a camada silto-argilosa; **3º)** Gunitagem ou lançamento de concreto projetado sobre a faixa com a tela.

MEDIDA DA CARACTERISTICA DINÂMICA DE JUNTA PARAFUSADA
MEDIDA DE AMORTECIMENTO

JOÃO ALBERTO DE OLIVEIRA, ARAILDO LIMA DA SILVA
Faculdade de Engenharia
UNESP
Guaratinguetá - SP

SUMÁRIO

A finalidade deste trabalho é verificar o comportamento dinâmico de junta aparafusada,através de medidas das razões de amortecimento das mesmas, utilizando o método do decremento logaritmico. A verificação foi feita através de medidas experimentais, utilizando uma viga duplamente livre suspensa no ar. Os tipos de juntas ensaiadas foram juntas sobrepostas com contato seco e de acabamento superficial diferente. Foram utilizados softwares especializados para aquisição e tratamento de dados experimentais. Os resultados foram analisados em termos de freqüências naturais e amortecimentos.

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE CALOR LATENTE DE MUDANÇA DE FASE COMO ISOLANTE TÉRMICO

José Nédilo Carrinho de Castro
DEN/FEG/UNESP
12500 - Guaratinguetá - SP

SUMÁRIO

Neste trabalho é feito um estudo teórico da utilização do calor latente de mudança de fase como isolante térmico, comparando-se o desempenho térmico de parede e teto convencionais contra parede e teto compostos com material de mudança de fase (MMF), frente ao problema de carga térmica de insolação. O modelo matemático utilizado é unidimensional em regime transiente. O método numérico é o das diferenças finitas, utilizando-se uma malha móvel na região do material de mudança de fase. Os resultados mostram as alterações no desempenho térmico das paredes e tetos, causados pela utilização do calor latente de mudança de fase como isolante térmico. São mostradas também as reduções na carga térmica dos ambientes e as consequentes reduções na potência elétrica dos sistemas de ar condicionado.

O isolamento térmico com MMFconstitui na colocação de uma camada de MMF no meio das paredes ou tetos convencionais. Este MMF é escolhido de forma que mude da fase sólida para a fase líquida a uma temperatura próxima da temperatura de condicionamento.

Conforme SALOMON o desempenho da parede composta depende das propriedades da parede em si e do MMF. Entretanto, o parâmetro mais significativo é a temperatura de mudança de fase (TMF) do MMF. Tomando-se a TMF, próxima ou igual a temperatura de conforto garante-se a não condução de calor para o interior do ambiente, pois a parede antes de se aquecer totalmente irá mudar de fase o MMF mantendo sua temperatura interna igual ou menor que a TMF. Desta forma o calor fica armazenado, aguardando a forma e a hora mais conveniente para ser eliminado.

ANÁLISE EXPERIMENTAL DO EFEITO DO RETARDO NA PROPAGAÇÃO DE TRINCAS POR FADIGA

Marcelo A. S. Torres*, Herman J. C. Voorwald, Carlos A. R. P. Baptista,
J. André M. de Camargo e Miguel J. R. Barboza
DMT-FEG/UNESP * DME-FEG/UNESP

RESUMO

Quando o carregamento dinâmico apresenta um espectro de cargas de amplitudes variáveis, são observadas diferenças muito maiores entre as previsões e a propagação real da trinca. Estas diferenças são atribuídas a interações na taxa de crescimento da fissura quando a amplitude do carregamento cíclico é aumentada ou diminuída [1,2]. O mais importante dos efeitos de interação é o retardo na propagação da trinca por fadiga, que ocorre após a aplicação de sobrecargas e que pode aumentar consideravelmente a vida de uma estrutura [3-5]. Neste trabalho este efeito estará sendo analisado experimentalmente, para uma liga de alumínio 2024-T3 usada na indústria aeronáutica sob diversas condições de carregamento.

Observa-se a interferência da amplitude e do número de ciclos de sobrecarga na intensidade do retardo. Verifica-se também que a aplicação de subcargas intermediárias às sobrecargas e a carga de referência provoca uma diminuição do retardo, proporcional à amplitude da subcarga.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O DIMENSIONAMENTO DE TURBINAS A GÁS PARA USO ESTACIONÁRIO

Janaína Ferreira Batista Leal*
Paulo Magalhães Filho**

* FAENQUIL - CEMAR
** FEG - UNESP

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo do ciclo de turbina a gás com recuperação de calor, um dos ciclos mais utilizados na prática por apresentar um bom rendimento térmico aliado a uma certa economia de combustível.

Foi elaborado um programa de pré-dimensionamento deste ciclo, onde os dados de entrada foram obtidos através de um levantamento dos fabricantes mundiais de turbinas a gás. Alguns desses dados são: potência de saída da turbina, taxa de pressão, taxa de calor, rendimento térmico, consumo de combustível e outros. Fixando-se alguns destes parâmetros e variando-se outros, foi feita uma análise da influência de cada um deles sobre o comportamento do ciclo. Um dos resultados mais expressivos foi a determinação do limite da taxa de pressão para uma determinada potência da máquina e temperatura de entrada da mesma; ou seja, ultrapassando-se este limite, o recuperador de calor passaria a resfriar o ar proveniente do compressor, ao invés de pré-aquecê-lo. Além desta análise, o programa gerou os dados necessários para o pré-dimensionamento do ciclo com a variação da potência da turbina de 0.5 MW a 100 MW para diferentes tipos de combustível. Comparando-se, por exemplo, um ciclo utilizando gás natural e outro utilizando óleo como combustível, verificou-se que para qualquer faixa de potência, a rotação da turbina, o número de estágios de ação da turbina e o rendimento térmico apresentam valores maiores para o ciclo com gás natural do que para o ciclo com óleo.